

# ХИМИЯ

ISSN 2077 - 1959

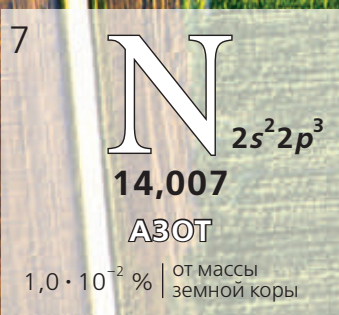
УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ГАЗЕТА ДЛЯ УЧИТЕЛЕЙ ХИМИИ И ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ

1-15 мая 2011

Основана в 1992 г.

him.1september.ru

№ 9



издательский дом

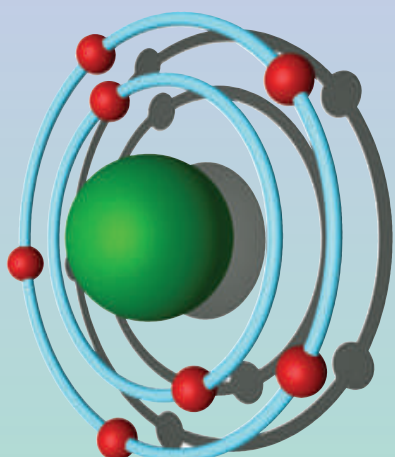
# Первое сентября

1september.ru

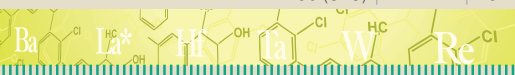
Х И М И Я

Индексы подписки: Почта России 79151 (инд.) 79605 (орг.) Роспечать 32034 (инд.)

32597 (орг.)




№ 09 (823) | ХИМИЯ | 2011



## Читайте в номере

ПРОБЛЕМЫ ЭКОЛОГИИ <b>Е.Э.Боровский</b> ПРОДОВОЛЬСТВЕННАЯ ПРОБЛЕМА И ХИМИЗАЦИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА ..... 3	В ПОМОЩЬ МОЛОДОМУ УЧИТЕЛЮ <b>П.И.Беспалов</b> ИЗУЧЕНИЕ РЕАКЦИИ ДЕКАРБОКСИЛИРОВАНИЯ В ШКОЛЬНОМ КУРСЕ ХИМИИ ..... 24
ТЕСТЫ <b>Т.А.Журавлева</b>  ГОТОВИМСЯ К ЕГЭ ЗАБЛАГОВРЕМЕННО. Тесты по органической химии для средней школы ..... 10	ШКОЛА: ВРЕМЯ РЕФОРМ <b>С.Кулишов, В.М.Ларионова</b> ИССЛЕДОВАНИЕ НЕКОТОРЫХ КОМПОНЕНТОВ ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ. Элективный курс. 9 класс ..... 27
ПОДГОТОВКА К ЕГЭ ПО ХИМИИ <b>Г.С.Основская</b> ОКИСЛИТЕЛЬНО- ВОССТАНОВИТЕЛЬНЫЕ РЕАКЦИИ В НЕОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ. Задания высокого уровня сложности ..... 12	ИЗ ОПЫТА РАБОТЫ <b>И.В.Цыгулева</b>  ПОСВЯЩЕНИЕ В ЮНЫЕ ХИМИКИ ..... 30
<b>Л.Н.Иващенко</b> ЧАСТЬ С. Примеры заданий с ответами ..... 19	<b>О.Д.-С.Кендиван</b> ПУТЕШЕСТВИЕ С ХИМИКОМ ПО СКУЛЬПТУРНЫМ СОКРОВИЩАМ РОССИИ. Проблемно-творческие интегрированные задачи ..... 33
УЧЕБНИКИ. ПОСОБИЯ <b>И.В.Тригубчак</b> ПОСОБИЕ-РЕПЕТИТОР ПО ХИМИИ. 11 класс ..... 20	КРОССВОРДЫ <b>В.Г.Федоринов</b> ХИМИЧЕСКИЙ КРОССВОРД ..... 46
<b>Ю.В.Голубков, Г.Н.Голубкова</b> ОБНАРУЖЕНИЕ ОРГАНИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ. Для поступающих в вузы ..... 39	ОТВЕТЫ НА ГОЛОВЛОМКУ «МЕТАЛЛЫ» ..... 46

 К материалам, помеченным этим символом, есть презентации на компакт-диске, прилагаемом к № 12/2011.

## ХИМИЯ

Методическая газета  
для учителей химии  
и естествознания

### РЕДАКЦИЯ:

Гл. редактор: О.Блохина  
Редакторы: Т.Богатова,  
О.Валединская,  
Н.Человская

Дизайн: И.Лукьянов  
Верстка: С.Сухарев  
Графика: Д.Кардановская  
Корректор: Е.Полячек  
Набор: М.Королева  
Фото: фотобанк Shutterstock,  
если не указано иное

Газета распространяется по подписке

Цена свободная Тираж 5400 экз.

Тел. редакции: (499) 249-0468

Тел./факс: (499) 249-3138

E-mail: [him@1september.ru](mailto:him@1september.ru)

<http://him.1september.ru>

© Химия, 2011. При перепечатке ссылка  
на газету «Химия» обязательна.

Редакция не несет ответственности за содержание  
и оформление рекламных объявлений

Основана в 1992 г. Выходит два раза в месяц

### ИЗДАТЕЛЬСКИЙ ДОМ «ПЕРВОЕ СЕНТЯБРЯ»

Главный редактор:

Артем Соловейчик  
(генеральный директор)

Коммерческая деятельность:  
Константин Шмарковский  
(финансовый директор)

Развитие, IT  
и координация проектов:  
Сергей Островский  
(исполнительный директор)

Реклама и продвижение:  
Марк Сартан

Мультимедиа, конференции  
и техническое обеспечение:  
Павел Кузнецов

Производство:  
Станислав Савельев

Административно-  
хозяйственное обеспечение:  
Андрей Ушков

Дизайн:  
Иван Лукьянов, Андрей Балдин

Педагогический университет:  
Валерия Арсланян (ректор)

### ГАЗЕТЫ ИЗДАТЕЛЬСКОГО ДОМА:

Первое сентября – гл. ред. Е.Бирюкова,  
Английский язык – гл. ред. А.Громушкина,  
Библиотека в школе – гл. ред. О.Громова,  
Биология – гл. ред. Н.Иванова,  
География – гл. ред. О.Коротова,  
Дошкольное  
образование – гл. ред. М.Аромштам,  
Здоровье детей – гл. ред. Н.Семина,  
Информатика – гл. ред. С.Островский,  
Искусство – гл. ред. М.Сартан,  
История – гл. ред. А.Савельев,  
Классное руководство и воспитание  
школьников – гл. ред. О.Леонтьева,  
Литература – гл. ред. С.Волков,  
Математика – гл. ред. Л.Рослова,  
Начальная школа – гл. ред. М.Соловейчик,  
Немецкий язык – гл. ред. М.Бузова,  
Русский язык – гл. ред. Л.Гончар,  
Спорт в школе – гл. ред. О.Леонтьева,  
Управление школой – гл. ред. Я.Сартан,  
Физика – гл. ред. Н.Козлова,  
Французский  
язык – гл. ред. Г.Чесновицкая,  
Химия – гл. ред. О.Блохина,  
Школьный психолог – гл. ред. И.Вачков

### УЧРЕДИТЕЛЬ: ООО «ЧИСТЫЕ ПРУДЫ»

Зарегистрировано  
ПИ № 77-7234 от 12.04.01  
в Министерстве РФ  
по делам печати  
Подписано в печать:  
по графику 30.03.11,  
фактически 30.03.11  
Заказ №  
Отпечатано в ОАО «Чеховский  
полиграфический комбинат»  
ул. Полиграфистов, д. 1,  
Московская область,  
г. Чехов, 142300

### АДРЕС РЕДАКЦИИ И ИЗДАТЕЛЯ:

ул. Киевская, д. 24,  
Москва, 121165  
Тел./Факс: (499) 249-3138  
Отдел рекламы:  
(499) 249-9870  
Сайт: [1september.ru](http://1september.ru)

### ИЗДАТЕЛЬСКАЯ ПОДПИСКА:

Телефон: (499) 249-4758  
E-mail: [podpiska@1september.ru](mailto:podpiska@1september.ru)

ПОДПИСНЫЕ ИНДЕКСЫ: Роспечать: инд.-32034; орг.-32597 Почта России: инд.-79151; орг.-79605



Документооборот Издательского  
дома «Первое сентября» защищен  
антивирусной программой Dr.Web

# Продовольственная проблема и химизация сельскохозяйственного производства

Е.Э.БОРОВСКИЙ

Одна из главных проблем, порождаемых демографической ситуацией в мире, — обеспечение питанием быстрорастущего населения. В мире ежегодно появляется 90–100 млн новых едоков, а мировое сообщество со всей его технологической мощью пока не может накормить в надлежащей мере даже тех голодных, которые уже существуют.

## Продовольственная проблема

Пища — самая древняя и самая прочная связь окружающей природной среды с внутренней средой организма человека, определяющая его состояние и здоровье. Продовольственная проблема — древнейшая из глобальных проблем человечества.

Таким крайним проявлением продовольственной проблемы и огромным социальным бедствием, как голод, в двадцатые годы XX в. было охвачено 2/3 населения планеты. К концу прошлого столетия число голодающих в мире уменьшилось до 25 %, но с учетом демографического взрыва абсолютное число их не уменьшилось.



По данным Продовольственной и сельскохозяйственной организации ООН (ФАО) в настоящее время в мире недоедают и голодают более 1 млрд человек, ежегодно умирают от голода около 10 млн человек и 100 млн находятся под угрозой смерти. Численность людей, калорийность пищи которых меньше критической нормы (1400–1600 ккал/сутки)\* составляет около 700 млн человек (для сведения, калорийность пищи узников Освенцима составляла примерно 1700 ккал).

С тех пор, как 15 тысяч лет назад человек перестал гоняться с копьем за пищей, перешел к оседлому образу жизни и занялся земледелием\*\*, основным источником продуктов питания для него стало сельское хозяйство. При этом главной производительной базой земледелия служат плодородные почвы. Площадь земель, пригодных под пашню, постоянно сокращается, особенно интенсивно этот процесс идет в настоящее время — огромные площади «съедаются» оврагами, отчуждаются под строительство городов, промышленных предприятий, дорог.

Большой урон сельскохозяйственным землям наносят процессы опустынивания, ускоренными темпами уничтожается растительный покров, идет эрозия почвы. На заре земледелия продуктивные земли составляли около 4,5 млрд га, а сейчас их осталось около 2,5 млрд га. Каждый год с поверхности Земли исчезает примерно 25 млн м<sup>2</sup> пахотного слоя почвы. Наблюдения показывают, что уменьшение толщины этого слоя на 10 см снижает урожай примерно на 50 %.

Почва формируется очень медленно — один сантиметр почвы почти за тысячу лет. А процесс уничтожения происходит очень быстро. Около 100 лет назад

\* Норма питания взрослого человека примерно 2500 ккал/сутки.

\*\* С этого момента, получившего название *первая экологическая революция* (сельскохозяйственная), начинается история человеческой цивилизации.

из-за интенсификации сельского хозяйства началась колоссальная потеря органического вещества, накопленного в почве, – гумуса. Выдающийся русский ученый, основоположник почвоведения как самостоятельной естественной науки В.В. Докучаев считал почвы той основой, которая связывает в единое целое всю биосферу: «Чернозем – царь почв, кормилец России». В 1900 г. в Париже, на Всемирной выставке в русском павильоне был представлен куб русского чернозема размером 2×2×2 м, вырезанный в Воронежской губернии. Сейчас нигде в Воронежской области такого куба чернозема уже не найти.

В настоящее время площадь антропогенных пустынь равна примерно 10 млн км<sup>2</sup>, или 6,7 % всей поверхности суши. Их ареал постепенно выходит за пределы ландшафтов аридной\* зоны. Процесс опустынивания идет со скоростью 6,9 млн га в год. Под угрозой опустынивания находятся порядка 30 млн км<sup>2</sup> (19 %) поверхности Земли.

Наряду с абсолютным сокращением площади сельскохозяйственных земель происходит относительное их уменьшение в связи с быстрым ростом населения планеты. Сейчас на одного жителя планеты приходится ~0,3 га пахотных земель (для сравнения, в России на одного жителя приходится ~0,9 га пахотных земель).

Считается, что если на 1 человека в год с 1 га собирать 1 т зерна, то проблемы голода не будет. Шестимиллиардному населению планеты требуется 6 млрд т, а собирается всего около 2 млрд т зерна. Одна из причин этого – малая площадь пахотных земель в расчете на одного человека и низкая в целом их производительность. Земля сегодня не в состоянии прокормить всех своих жителей.

Есть и другой расчет. В биосфере человечество занимает вершину экологической пирамиды и потому должно образовывать биомассу существенно меньшую, чем биомасса живого вещества биосферы в целом. По мнению ряда экологов, с учетом суммарной биопродукции живого вещества биосферы допустимая численность населения нашей планеты 3–4 млрд человек.

Неслучайно глобальные экологические проблемы (в том числе и продовольственная) стали проявляться именно после того, как численность населения перевалила за этот предел, и с каждым последующим годом,



\* Слово происходит от лат. *aridus* – сухой. Это пустыни и полупустыни. – Прим. ред.

по мере быстрого экспоненциального роста населения Земли, острота этих проблем все усиливается.

Анализ ситуации показывает, что *экстенсивный* путь решения продовольственной проблемы в результате расширения площадей под сельхозпродукцию, освоения имеющихся еще резервных земель неперспективен. Темпы такого прироста сейчас отстают и будут отставать от темпов прироста населения: прогнозируется, что мировой показатель обеспеченности пахотной землей каждого жителя к середине нынешнего столетия уменьшится втрое. В то же время показатель производства сельскохозяйственного продовольствия на душу населения не растет с 90-х гг. прошлого столетия (95 % продовольствия человечество получает сегодня с земли и только 5 % – из океана).

В 1960-х гг. была предпринята попытка решить продовольственную проблему *интенсивным* путем, который получил название «зеленая революция». «Отцом» зеленой революции считается лауреат Нобелевской премии мира 1970 г. американский ученый, селекционер Норман Э. Борлоуг. Увеличить производство сельскохозяйственной продукции с тех же и даже меньших площадей предлагалось за счет селекции и использования новых, более высокоурожайных и более болезнеустойчивых сортов сельскохозяйственных культур, наиболее продуктивных пород скота, ирригации и повышения энерговооруженности хозяйств, а также широкомасштабной химизации – использования *удобрений* и средств защиты растений от вредителей и болезней – *пестицидов*.

### Удобрения

Для питания растений необходимы такие минеральные питательные компоненты, как нитраты ( $\text{NO}_3^-$ ), фосфаты ( $\text{PO}_4^{3-}$ ), калий, кальций и др. В естественных экосистемах основной источник этих веществ – разлагающийся детрит (мертвое органическое вещество растений и животных, включая отходы их жизнедеятельности, на разных стадиях разложения).

В агросистемах происходит неизбежное удаление биогенных элементов вместе с собранным урожаем, поэтому сохранение плодородия почв невозможно без внесения в них удобрений – органических и неорганических (минеральных или химических).

Органические удобрения – это растительные остатки и метаболические отходы жизнедеятельности животных (компосты, навоз, птичий помет и др.). Они не обеспечивают поступления в достаточном количестве всех необходимых биогенов, особенно при выполнении дополнительных агротехнических мероприятий, таких, например, как мульчирование.

Минеральные удобрения – это добытые из недр или промышленно полученные химические соединения, содержащие основные элементы питания (азот, фосфор, калий) и важные для жизнедеятельности микроэлементы (медь, марганец, бор и др.).

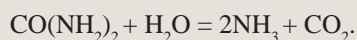
Новые высокоурожайные сорта культурных растений, прежде всего зерновые, очень чувствительны к удобрениям. Фактически большие урожаи можно получить только при внесении большого количества удобрений. Особенно широкое распространение получили *азотные удобрения* на основе синтетического аммиака, ставшие неотъемлемым атрибутом современных технологий растениеводства. Сегодня в мире ежегодно потребляется более 100 млн т азотных удобрений. По оценкам специалистов, изучающих азотные циклы в природе, не менее 40 % из 6-миллиардного населения планеты живы лишь благодаря открытию синтеза аммиака. Внести такое количество азота в почву с помощью органических удобрений совершенно немыслимо.

Азот – важнейший элемент питания, необходимый для нормального развития растений. Он входит в состав белков и нуклеиновых кислот, его соединения играют большую роль в процессах формирования новых клеток, в реакциях фотосинтеза.

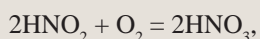
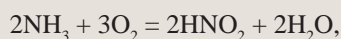
Основные запасы азота на планете находятся в атмосфере ( $\sim 3,8 \cdot 10^{18}$  кг, или  $\frac{3}{4}$  массы атмосферы); в почве азот содержится главным образом в гумусе (перегное) – его планетарные запасы здесь составляют  $\sim 5 \cdot 10^{13}$  кг. Но ни атмосферный азот, ни азот гумуса непосредственно для питания растений не используются.

В растворимые и доступные для усвоения растениями формы азот переходит в результате сложных и длительных процессов, в которых основную роль играют простейшие микроорганизмы. Белок мертвой органики расщепляется бактериями в аэробных и анаэробных условиях. При этом, независимо от путей расщепления, образуется аммиак  $\text{NH}_3$ .

Источником аммиака является также мочевина  $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ , образующаяся в результате процессов белкового обмена (метаболизма) в организмах животных:



Аммиак частично используется растениями в качестве питания непосредственно, а частично окисляется, образуя нитриты  $\text{NO}_2^-$  и нитраты  $\text{NO}_3^-$ , усваиваемые растениями:



На самом деле это сложные биохимические процессы, результат взаимовыгодной ассоциации бактерий с высшими растениями, предоставляющими им

«квартиры» – корневые клубеньки. Эти процессы получили название *биологической фиксации* азота или *нитрификации*. В результате этого получаются нитрит- и нитрат-ионы, а также ионы аммония  $\text{NH}_4^+$ , которые усваиваются растениями\*. Реакции нитрификации требуют энергии. Эту энергию бактериям поставляют растения, получая взамен азот в доступной для усвоения форме. Например, бактерии в клубеньках бобовых расходуют на фиксацию 1 г атмосферного азота около 10 г глюкозы (примерно 40 ккал)\*\*.

Некоторые виды почвенных редуцентов восстанавливают азотсодержащие компоненты мертвой органики до газообразного азота, поступающего в атмосферу. Этот процесс *денитрификации* вместе с процессом нитрификации обеспечивает биотический круговорот азота в биосфере (рис. 1, см. с. 6).

За последние сто лет природные циклы азота претерпели существенные изменения. С одной стороны, интенсификация земледелия привела к быстрому снижению количества гумуса (и азота) в почве, с другой стороны, возник и развивается антропогенный механизм фиксации азота в виде миллионов тонн азотных удобрений. С потерей гумуса приходится вносить все больше и больше удобрений, что, помимо повышения экономических затрат на производство сельхозпродукции, ведет к нежелательным экологическим последствиям (см. далее).

Наряду с азотными удобрениями в сельском хозяйстве широко применяются *фосфорные удобрения*.

Фосфор также является важным биогенным элементом, входит в состав нуклеиновых кислот, ферментов, костной ткани, дентина. Соотношение азота и фосфора при внесении удобрений в почву должно быть 1 : 1. Недостаток фосфора приводит к недоиспользованию растениями азотных удобрений. Если в почву вносится вещество в количестве, большем, чем организмы могут использовать в данный момент, его избыток связывается почвой и становится недоступным именно в тот период, когда он необходим. Важно соблюдать агротехнические нормы использования удобрений, избыток удобрений так же невыгоден, как и их недостаток. Многие садоводы полагают, что если на площадь сада надо внести 1 кг, то внесение 2 кг принесет в 2 раза больше пользы. Это не так: «субсидии» в избытке – источник стресса!

Резервным фондом фосфора, в отличие от азота, является не атмосфера, а горные породы и отложения, образовавшиеся в прошлые геологические эпохи. Исследования показали, что большая часть фосфора находится в связанной форме и недоступна растениям, которые потребляют фосфор в виде фосфат-ионов  $\text{PO}_4^{3-}$ . Природные соединения фосфора – фосфориты

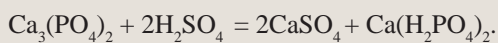
\* Аммиак в условиях влажной почвы находится в динамическом равновесии с ионами аммония:  $\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NH}_4^+ + \text{OH}^-$ .

\*\* Промышленная фиксация  $\text{N}_2$  (при производстве азотных удобрений) также требует значительной энергии.



Рис. 1. Биотический круговорот азота в природе

и апатиты – содержат фосфор в виде нерастворимого третичного фосфата  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ . Для получения хорошо усвояемых растениями веществ фосфориты подвергаются химической переработке. Например, в результате реакции получается легко растворимая в воде смесь гипса и первичного фосфата (в измельченном или гранулированном виде поступающая в торговлю под названием суперфосфат):



Суперфосфат относится к простым минеральным удобрениям. Более подходящими являются сложные минеральные удобрения, такие, например, как нитрофоска – тройное комплексное удобрение, содержащее азот, фосфор и калий, –  $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4 \cdot \text{NH}_4\text{NO}_3 \cdot \text{K}_2\text{SO}_4$ .

Производство минеральных удобрений занимает одно из ведущих мест в химической отрасли промышленности (наряду с нефтепереработкой) и составляет сотни миллионов тонн.

Отметим, что для нормальной жизнедеятельности растений необходимо вносить в почву *микроудобрения* – вещества и смеси, содержащие в малом количестве Fe, Cu, Mn, Mo, B, Zn, Co. Эти микроэлементы повышают активность ферментов, способствуют синтезу сахара, крахмала, нуклеиновых кислот и белков.

### Негативные последствия использования удобрений

Внесение азотных удобрений способствует росту растений и одновременно приводит при отсутствии строгого агрохимического контроля\* к загрязнению компонентов биосферы (воды и почвы), к повышению концентраций нитратного азота в сельхозпродукции до токсичных уровней, что, в свою очередь, приводит к заболеваниям людей и животных.

Пример неграмотного использования удобрений доказывает справедливость принятого ООН определения: любое вещество является загрязнителем, если оно оказывается в ненадлежащем количестве, в ненадлежащем месте и в ненадлежащее время.

Избыточное количество удобрений на сельскохозяйственных угодьях смывается дождевыми потоками и попадает в грунтовые воды и поверхностные водоемы. Растворенные в воде соединения азота и фосфора способствуют росту фитопланктона (рис. 2), водорослей и высшей растительности, а затем приводят к росту зоопланктона и высшей фауны. А все они потребляют кислород для дыхания! Одновременно происходит увеличение отмирающих организмов, для аэробного

разрушения которых также необходим кислород.

Резкое возрастание расхода кислорода не компенсируется фотосинтезом, и в воде начинают развиваться анаэробные процессы разложения, идет интенсивный процесс роста сине-зеленых водорослей. Такой переход от аэробного к анаэробному состоянию воды называется *опрокидыванием*.

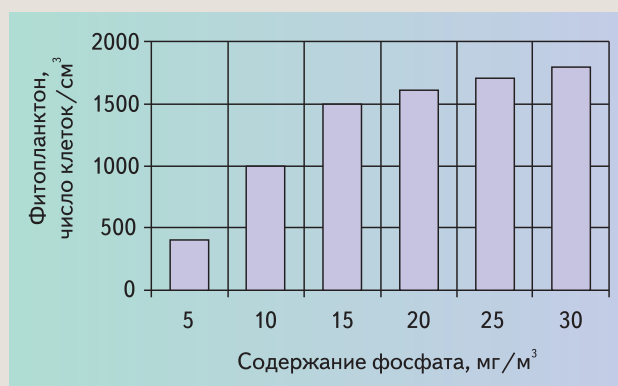


Рис. 2. Зависимость роста фитопланктона от содержания фосфатов в воде

\* Ученые подсчитали, например, что если при внесении удобрений под вспашку потери их с водой составляют всего 0,1–0,3 %, то при весенней, по снегу, подкормке озимых культур и многолетних трав вместе с вешними водами выносятся до 40 % азота.

Явление насыщения вод питательными веществами, способствующее усиленному росту водорослей и бактерий, потребляющих разлагающиеся водоросли и поглощающих кислород, которое ведет к гибели водной биоты, называется *эвтрофикацией*. Внешним проявлением такого антропогенного загрязнения водоемов является «цветение воды» – зарастание поверхности непроточных водоемов тиной или ряской.

У воды, насыщенной нитратами и фосфатами аммония, ухудшаются не только органолептические качества, она становится токсичной для живых организмов. При питье такой воды аммиак быстро усваивается организмом, создает в крови щелочную среду, растворяет белки, нанося организм непоправимый вред.

Попадая вместе с пищей в организм, нитраты микробиологически восстанавливаются до нитритов, которые затем окисляют железо  $Fe^{II}$  в гемоглобине крови до железа  $Fe^{III}$ , что препятствует связыванию кислорода. В результате возникают симптомы кислородной недостаточности. При переходе 60–80 % железа гемоглобина из степени окисления +2 в +3 наступает смерть организма. Кроме того, нитриты образуют в кислой среде желудка слабую азотистую кислоту, обладающую мутагенным действием.

Еще знаменитый средневековый врач Парацельс считал, что вещество становится ядом в зависимости от его дозировки. То же относится и к нитратам. Сами по себе нитраты не яд, они становятся такими, когда их содержание превышает предельно допустимую концентрацию (ПДК), составляющую около 250 мг/кг.

При покупке сельхозпродуктов, в частности овощей, без специальных приборов и тестов невозможно определить, превышена ли в них норма нитратов, но есть простые правила, позволяющие обезопасить себя от возможного отравления. Нитраты хорошо растворяются водой, поэтому овощи и фрукты надо тщательно мыть в проточной воде, перед готовкой очищенные овощи (картофель, морковь и др.) следует замочить и выдержать в воде не меньше 10 мин. (а лучше приступить к их готовке на следующий день); от 40 до 70 % нитратов в корнеплодах уходят в воду при тепловой обработке, поэтому закипевшую воду надо слить и заменить новым кипятком. Как правило, опасна с точки зрения превышения ПДК нитратов продукция, выращенная на приусадебных участках и личных огородах. Здесь обычно внесение удобрений не контролируется, и зачастую их вносят, не соблюдая рекомендуемые нормы.

Избыток минеральных удобрений без известкования вызывает повышение кислотности почв, накопление в них токсичных соединений алюминия и марганца, снижение почвенного плодородия и затем приводит к деградации почв.

Вода эвтрофных водоемов разрушает материалы гидротехнических сооружений, засоряет фильтры и трубопроводы водоприемных устройств.

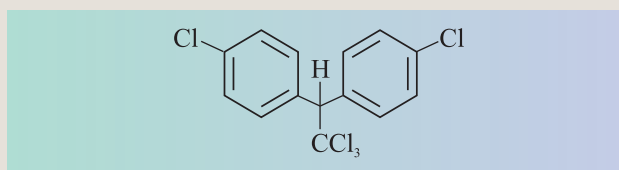
## Пестициды

Пестициды (от лат. *pestis* – зараза, *caedo* – убивать) – средства для защиты растений от вредителей, болезней, сорняков и др. (рис. 3).

Все пестициды представляют собой яды и поражают не только растения-сорняки, возбудителей болезней культурных растений и т.д., но и полезные растения, насекомых и животных, в том числе человека.

Очень важно, чтобы пестицид попал именно на тот объект, против которого он направлен. На практике этого почти не происходит: 98 % инсектицидов и фунгицидов, до 95 % гербицидов не достигают конкретных объектов поражения, попадают в воздух и грунтовые воды, поражают ни в чем не повинные биологические объекты, приводя к негативным мутагенным и канцерогенным последствиям.

Исключительную роль среди пестицидов на основе синтетических органических соединений сыграл ДДТ (дихлордифенилтрихлорэтан):



Изучением свойств этого вещества еще в 1930-е гг. занимался швейцарский химик Пауль Мюллер. ДДТ оказался веществом, обладающим широким спектром действия: он эффективен против многих насекомых-вредителей, и, как казалось, относительно безвреден



Рис. 3. Классификация пестицидов

для человека и других млекопитающих. Кроме того, это вещество плохо разрушается и, следовательно, обеспечивает продолжительную защиту растений и сравнительно дешево в производстве. ДДТ оказался эффективным средством борьбы с насекомыми, переносимыми инфекциями. Благодаря применению этого соединения (организованному Всемирной организацией здравоохранения при ООН), заметно сократилась смертность от малярии.

Достоинства ДДТ казались такими выдающимися, что П.Мюллер в 1948 г. получил за свое открытие Нобелевскую премию. Однако в течение двух последующих десятилетий обнаружили не менее выдающиеся отрицательные последствия применения ДДТ. Аккумулируясь в природных объектах, хлорпроизводные углеводороды становятся опасными токсинами, снижающими сопротивляемость болезням и репродуктивные способности. В годы массового применения ДДТ на хлопковых полях этот пестицид обнаруживался в артезианских скважинах на глубине 80 м, его концентрация в арыках превышала предельно допустимую в десятки раз.

Сдуваемый ветром с полей и выносимый реками в океан, этот пестицид оказался благоприятным для морских звезд «терновый венец», поскольку убивал хищников, питавшихся их яйцами. В результате эти прежде достаточно редкие морские обитатели размножились в таких количествах, что стали угрожать экологическому равновесию, уничтожая сотни квадратных километров коралловых рифов.

В начале 1970-х гг. применение ДДТ запретили в большинстве развитых стран (в том числе и в СССР, где он широко использовался на рисовых полях Приазовья и в хлопкосеющих районах Средней Азии).

Особенностью пестицидов является их способность аккумулироваться в трофических цепях\*, при этом их концентрация, по мере роста трофности, возрастает от ничтожных доз до запредельных. Эта их особенность опасна для человека, замыкающего большинство трофических цепей. В то же время у объектов,

\* Трофические цепи – пищевые цепи, например: растения – травоядные – хищники.

которые подавляются пестицидами, появляется определенная приспособляемость к ним. Заметив, например, что у колорадского жука вырабатывается иммунитет к ядохимикатам, для борьбы с ним многократно завышают концентрации приготавливаемых растворов, что пагубно сказывается на других организмах.

Основоположник отечественной агрохимии академик Д.Н.Прянишников в своих работах подчеркивал необходимость соблюдения экологических нормативов в прикладной агрохимии. Однако в агрохозяйствах нередко заняты решением лишь сиюминутных проблем защиты растений и стимулирования высокой урожайности. Поскольку обрабатывать сельхозугодья вручную хлопотно и затратно (надо использовать специальные средства личной защиты), широко используется сельскохозяйственная авиация. При этом масштабному заражению подвергаются культурные растения, животные, насекомые-опылители, люди.

Однако отказа от применения пестицидов в ближайшие годы не произойдет: во всем мире пестициды используются на площади 1,4 млрд га. В России ежегодно пестициды применяются на площади 35 млн га в количестве 30 тыс. т.

Важное значение имеет контроль за применением пестицидов, за содержанием их в сельскохозяйственной продукции. Современная стратегия охраны окружающей среды ориентирована на постоянное снижение остаточных количеств пестицидов в окружающей среде (в том числе путем разработки методов их химической и биологической деградации).

К сожалению, в России мониторинг содержания остатков пестицидов в сельскохозяйственном пищевом сырье и продуктах питания не проводится.

### Перспективы решения продовольственной проблемы

«Зеленая революция» 1960-х гг. на время сняла угрозу голода за счет широкого распространения высокопродуктивных и низкорослых сортов пшеницы и риса в тропических районах Азии и Африки.

Однако сейчас зона голода охватывает огромную территорию по обеим сторонам экватора, включая





юго-восточную часть Азии и почти всю Африку к югу от Сахары. Есть страны, где доля голодающих и недоедающих людей составляет от 30 до 40 % от всего населения страны (Чад, Сомали, Уганда, Мозамбик и др.).

Заметим, что для экономически развитых стран, в которых проживает менее 15 % населения Земли, явление голода или недоедания не характерно. В США и Франции уровень продовольственного самообеспечения превышает 100 %, в Германии он составляет 93 %, в Италии – 78 %. Эти страны сейчас производят и потребляют более 3/4 мирового продовольствия! Для населения этих стран характерным становится излишний вес. Общее число «переедающих» оценивается в 600 млн человек (~10 % населения Земли), в эту категорию попадает, например, более половины жителей США в возрасте старше 20 лет.

Ученые, специалисты-практики, политики и экономисты, занятые решением продовольственной проблемы, полагают, что «зеленая революция» захлебнулась и усматривают несколько причин этого. Прежде всего, сельское население многих стран оказалось неподготовленным к технологической революции. Современные новые сорта культурных растений сами по себе не могут обеспечить чудодейственные результаты. Они нуждаются в надлежащем уходе, в строгом выполнении агротехнических приемов в соответствии со стадиями развития растений (нормирование удобрений, полив с контролем влажности, борьба с сорняками и насекомыми-вредителями). Когда все агромероприятия выполнялись под руководством специалистов в рамках международной Сельскохозяйственной программы, положительный результат был налицо. Однако сами фермеры и крестьяне не обладают ни специальными знаниями, необходимыми для реализации технологии «зеленой революции», ни желанием их получить – им проще вырубить несколько гектаров девственного тропического леса и на этой скудной почве какое-то время зарабатывать весьма скудные средства к существованию.

Немецкий философ Ф.Энгельс в своей книге «Диалектика природы» писал: «Не будем, однако, слишком обольщаться нашими победами над природой. За каждую такую победу она нам мстит. Каждая из этих побед имеет, правда, в первую очередь те последствия, на которые мы рассчитывали, но во вторую и третью очередь совсем другие, непредвиденные последствия, которые очень часто уничтожают значение первых». Имела свои непредвиденные последствия и «зеленая революция».

Сегодня нередко говорят о том, что продовольственная проблема может быть решена с помощью *биотехнологической революции*, в которой главная ставка делается на генную (генетическую) инженерию. Ее сторонники утверждают, что селекция на молекулярном уровне позволяет создавать сорта, обладающие высокими питательными свойствами, устойчивые к

насекомым-вредителям и болезням, к недостатку или избытку влаги в почве, к жаре или холоду. Многие ученые – биологи-генетики, селекционеры-практики, экологи – являются противниками создания генетически модифицированных организмов (ГМО) и изготовленных из них генетически модифицированных пищевых продуктов, считают их угрозой человеку и природе, поскольку последствия подобных модификаций непредсказуемы. Их поддерживают и простые потребители, своим кошельком голосуя за экологически чистую продукцию, не только без избытка нитратов, нитритов и пестицидов, но и без ГМО.

В основе всех глобальных экологических проблем, в том числе продовольственной, лежит проблема перенаселенности Земли. С последней четверти прошлого века численность человечества стала основным источником нарушения устойчивости биосферы и возможной причиной самоуничтожения.

В Докладе ООН о развитии человеческого потенциала (1996) отмечается, что теоретически и с финансовой, и с технологической стороны уже сегодня можно было бы решить продовольственную проблему. Но это была бы «пиррова победа» – ценой ее стала бы разрушенная окружающая среда!

В нынешней ситуации человечеству в своем развитии необходимо сознательно выбрать *стратегию регулирования численности населения*, основанную на снижении рождаемости. Некоторые страны вынужденно и целенаправленно уже проводят эту стратегию (например, Китай). Эта ситуация затрагивает всю планету, и в повестке дня ООН по устойчивому развитию человеческой цивилизации вопрос регулирования численности населения Земли будет стоять до тех пор, пока международное сообщество не примет соответствующих, обязательных для всех стран рекомендаций, подкрепляемых экономическими санкциями в случае их невыполнения. Для каждой страны должен быть разработан принцип квот на прирост населения (как это ни цинично, подобно квотированию выбросов парниковых газов согласно Киотскому протоколу). Естественно, при реализации стратегии регулирования численности населения должны учитываться не только экономические факторы, но и культурные, этнические, религиозные аспекты применительно к каждой стране.

#### ЛИТЕРАТУРА

Данилов-Данильян В.И., Лосев К.С., Рейф И.Е. Перед главным вызовом цивилизации. М.: ИНФРА-М, 2005; Лозановская И.Н., Орлов Д.С., Садовникова Л.К. Экология и охрана биосферы при химическом загрязнении. М.: Высшая школа, 1998; Зеленый мир. Экология: проблемы и программы (общероссийская научно-публицистическая и информационно-методическая газета), 2005–2010.

ТЕСТЫ ПО ОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ ДЛЯ СРЕДНЕЙ ШКОЛЫ

# Готовимся к ЕГЭ заблаговременно

Т.А.ЖУРАВЛЕВА



## Тема «КИСЛОРОДСОДЕРЖАЩИЕ ОРГАНИЧЕСКИЕ СОЕДИНЕНИЯ»

### Т е с т 7. Предельные одноатомные спирты.

#### ВАРИАНТ 1

- Число  $\sigma$ -связей в молекуле метанола равно:  
а) 2; б) 3; в) 4; г) 5.
- Соединения 2-метилбутанол-1 и 2-метилбутанол-2 являются:  
а) изомерами углеродного скелета;  
б) гомологами;  
в) одним и тем же веществом;  
г) изомерами положения функциональной группы.
- Сумма коэффициентов в уравнении горения этанола равна:  
а) 4; б) 5; в) 8; г) 9.
- При действии водного раствора щелочи на монобромалканы преимущественно образуются:  
а) алканы; б) алкены; в) спирты; г) альдегиды.
- Верны ли следующие суждения?  
А. Денатурированный спирт – это спирт, содержащий специальные примеси, имеющие неприятный вкус или запах.  
Б. Этиловый спирт – это плохой растворитель.  
а) Верно только А; б) верно только Б;  
в) верны оба суждения; г) оба суждения неверны.

*Продолжение. См. № 6–8/2011*

#### ВАРИАНТ 2

- Общая формула спиртов:  
а)  $R-COH$ ; б)  $R-COOH$ ;  
в)  $R-CH_2OH$ ; г)  $R-COOR'$ .
- Сколько спиртов отвечает формуле  $C_3H_8O$ ?  
а) Один; б) два; в) три; г) пять.
- В результате дегидратации пропанола-1 образуется:  
а) пропанол-2; б) пропан; в) пропен; г) пропин.
- В схеме реакции



веществом X является:

- а) хлорэтан; б) 1,2-дихлорэтан;  
в) ацетилен; г) 1,3-дихлорбутан.
- Верны ли следующие суждения?  
А. Из-за действия межмолекулярных водородных связей в гомологическом ряду спиртов (при н.у.) отсутствуют газообразные представители.  
Б. Винный спирт – так называют этанол.  
а) Верно только А; б) верно только Б;  
в) верны оба суждения; г) оба суждения неверны.

#### ВАРИАНТ 3

- Число  $\sigma$ -связей в молекуле этилового спирта равно:  
а) 2; б) 6; в) 8; г) 9.

2. Соединения бутанол-1 и 2-метилпропанол-1 являются:

- а) изомерами углеродного скелета;  
б) гомологами;  
в) одним и тем же веществом;  
г) пространственными изомерами.

3. При взаимодействии этилового спирта с натрием образуется этилат натрия и:

- а) вода; б) водород;  
в) углекислый газ; г) гидрид натрия.

4. При действии спиртового раствора щелочи на монобромалканы при нагревании образуются:

- а) алканы; б) алкены;  
в) спирты; г) алкины.

5. Верны ли следующие суждения?

А. Метилловый спирт – это яд, приводящий к слепоте и смерти.

Б. Этиловый спирт – это бесцветная жидкость с характерным запахом, не растворимая в воде.

- а) Верно только А; б) верно только Б;  
в) верны оба суждения; г) оба суждения неверны.

#### ВАРИАНТ 4

1. Какое из приведенных веществ является ароматическим спиртом?

- а)  $C_6H_5OH$ ; б)  $C_6H_5CH_2OH$ ;  
в)  $C_6H_{13}OH$ ; г)  $C_6H_5COOH$ .

2. Какой вид изомерии **не** характерен для спирта, формула которого  $C_5H_{11}OH$ ?

- а) Углеродного скелета;  
б) положения гидроксильной группы;  
в) межклассовая;  
г) положения кратной связи.

3. В результате межмолекулярной дегидратации этилового спирта образуется вода и:

- а) этан; б) этен;  
в) диэтиловый эфир; г) этин.

4. При действии спиртового раствора щелочи на 1,2-дихлорпропан при нагревании образуются:

- а) пропан; б) пропен;  
в) пропанол; г) пропин.

5. Верны ли следующие суждения?

А. Предельным одноатомным спиртам, начиная с этанола, изомерны простые эфиры с тем же числом атомов углерода в молекуле.

Б. Температуры кипения предельных одноатомных спиртов выше, чем температуры кипения соответствующих углеводородов.

- а) Верно только А; б) верно только Б;  
в) верны оба суждения; г) оба суждения неверны.

## Тест 8. Многоатомные спирты.

### ВАРИАНТ 1

1. К многоатомным спиртам относится:

- а)  $CH_3COCH_3$ ; б)  $CH_2OH-CH_2OH$ ;  
в)  $C_6H_5COOH$ ; г)  $C_2H_5CHO$ .

2. При взаимодействии глицерина с натрием образуется глицерат натрия и:

- а) вода; б) водород;  
в) углекислый газ; г) гидрид натрия.

### ВАРИАНТ 2

1. Не является спиртом:

- а) этиленгликоль; б) толуол;  
в) глицерин; г) пропанол.

2. При взаимодействии многоатомных спиртов со свежееосажденным гидроксидом меди(II):

- а) выделяется газ;  
б) образуется вещество красного цвета;  
в) изменений не наблюдается;  
г) образуется раствор ярко-синего цвета.

### ВАРИАНТ 3

1. Глицерин и пропантриол-1,2,3 являются:

- а) изомерами углеродного скелета;  
б) гомологами;  
в) одним и тем же веществом;  
г) геометрическими изомерами.

2. При взаимодействии глицерина с азотной кислотой образуется тринитроглицерин и:

- а) вода; б) водород;  
в) углекислый газ; г) угарный газ.

### ВАРИАНТ 4

1. Гомологическому ряду двухатомных спиртов соответствует общая формула:

- а)  $C_nH_{2n}(OH)_2$ ; б)  $C_nH_{2n}(OH)_m$ ;  
в)  $C_nH_{2n}(OH)_n$ ; г)  $C_nH_{2n}O_2$ .

2. Многоатомные спирты, содержащие OH-группы при соседних атомах углерода, можно обнаружить:

- а) раствором  $KMnO_4$ ;  
б) аммиачным раствором оксида серебра;  
в)  $Cu(OH)_2$  свежееосажденным;  
г) бромной водой.

## Тест 9. Фенол.

### ВАРИАНТ 1

1. Вещество, **не** содержащее в своем составе гидроксильную группу:

- а) бутанол; б) толуол;  
в) фенол; г) глицерин.

2. Фенол взаимодействует с:

- а) соляной кислотой; б) этиленом;  
в) метаном; г) гидроксидом натрия.

3. Для распознавания фенола используют:

- а) аммиачный раствор оксида серебра;  
б) раствор хлорида железа(III);  
в) свежеприготовленный гидроксид меди(II);  
г) металлический цинк или калий.

4. При взаимодействии фенола с гидроксидом натрия образуется фенолят натрия и:
- а) вода; б) водород;  
в) углекислый газ; г) гидрид натрия.

**ВАРИАНТ 2**

1. Фенол и карболовая кислота являются:
- а) изомерами углеродного скелета;  
б) гомологами;  
в) одним и тем же веществом;  
г) геометрическими изомерами.
2. Конечным продуктом взаимодействия фенола с бромной водой является:
- а) 2-бромфенол; б) 2,6-дибромфенол;  
в) 2,4,6-трибромфенол; г) 2,4-дибромфенол.
3. Фенолят натрия можно получить при взаимодействии фенола с:
- а) карбонатом натрия; б) гидроксидом натрия;  
в) сульфатом натрия; г) нитратом натрия.
4. Сильными антисептическими свойствами обладает:
- а) этановая кислота; б) раствор фенола;  
в) диметиловый эфир; г) бензол.

**ВАРИАНТ 3**

1. Число  $\sigma$ -связей в молекуле фенола равно:
- а) 6; б) 12; в) 13; г) 18.

2. Фенол **не** взаимодействует с:
- а)  $\text{FeCl}_3$ ; б)  $\text{NaOH}$ ; в)  $\text{Na}$ ; г)  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ .
3. Кислотные свойства наиболее выражены у:
- а) метанола; б) этанола; в) глицерина; г) фенола.
4. При взаимодействии фенола с натрием образуется фенолят натрия и:
- а) вода; б) водород;  
в) углекислый газ; г) гидрид натрия.

**ВАРИАНТ 4**

1. Атом кислорода в молекуле фенола образует:
- а) одну  $\sigma$ -связь; б) две  $\sigma$ -связи;  
в) одну  $\sigma$ - и одну  $\pi$ -связи; г) две  $\pi$ -связи.
2. Конечным продуктом взаимодействия фенола с азотной кислотой является:
- а) 2-нитрофенол; б) 2,6-динитрофенол;  
в) 2,4,6-тринитрофенол; г) 2,4-динитрофенол.
3. Выберите реакцию, которая **не** характерна для фенола:
- а) бромирования; б) окисления;  
в) дегидратации; г) нитрования.
4. При взаимодействии фенола с хлоридом железа(III) наблюдается:
- а) выделение газа;  
б) фиолетовое окрашивание;  
в) образование черного осадка;  
г) образование раствора василькового цвета.

Задания высокого уровня сложности

# Окислительно-восстановительные реакции в неорганической химии

Г.С.ОСНОВСКАЯ,  
учитель химии  
средней школы № 7,  
г. Великие Луки,  
Псковская обл.

Тема «Окислительно-восстановительные реакции» (ОВР) является одной из самых сложных для подготовки учеников к сдаче ЕГЭ по химии. Обязательный минимум знаний, который необходимо повторить учащимся при изучении данной темы, был рассмотрен О.С.Габриеляном и С.А.Сладковым в лекции № 7 (см.: газета «Химия», 2010, № 23). Настоящая статья предназначена для тех, кто уже умеет находить коэффициенты методом электронного баланса, поэтому все уравнения в ней приведены с уже расставленными коэффициентами.

▶ Самое сложное при написании ОВР – это правильное определение продуктов реакции. Для этого нужны глубокие химические знания. Помочь в их систематизации и определении продуктов взаимодействия могут приведенные в статье таблицы 1 и 2.

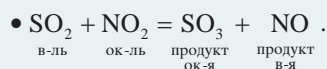
Остановимся на некоторых наиболее часто встречающихся в заданиях ЕГЭ окислительно-восстановительных реакциях.

При составлении уравнений ОВР важно уметь уверенно находить среди реагирующих веществ **окислитель** и **восстановитель**.

Некоторые вещества могут быть только восстановителями. В первую очередь – это металлы, а также вещества, которые содержат элемент, способный изменять степень окисления в состоянии, максимально наполненном электронами (например:  $\text{NH}_3$ ,  $\text{PH}_3$ ,  $\text{K}_2\text{S}$ ,  $\text{NaI}$ ). Фтор и сложные вещества, содержащие элемент в высшей степени окисления, могут быть только окислителями (например:  $\text{HNO}_3$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{SO}_3$ ,  $\text{KMnO}_4$ ,  $\text{K}_2\text{CrO}_4$ ,  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ ).

Вещества, которые содержат элементы в промежуточной степени окисления, могут проявлять, в зависи-

мости от природы реагента-партнера, как окислительные, так и восстановительные свойства. Это – все неметаллы (кроме фтора),  $\text{NO}$ ,  $\text{HNO}_2$ ,  $\text{KNO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}_2$ ,  $\text{SO}_2$  и др. Составим некоторые уравнения ОВР.



В этой реакции оксид серы(IV) проявляет восстановительные свойства, т.к. реагирует с более сильным окислителем –  $\text{NO}_2$ .

Таблица 1

Восстановители и возможные продукты их окисления в зависимости от условий проведения реакции

№ п/п	Восстановители	Продукты окисления	Условия
1	Металлы М	$\text{M}^+$ , $\text{M}^{2+}$ , $\text{M}^{3+}$	Кислая и нейтральная среда
2	Металлы, образующие амфотерные гидроксиды, Be, Zn, Al	$[\text{Zn}(\text{OH})_4]^{2-}$ , $[\text{Al}(\text{OH})_4]^-$	Щелочная среда (раствор)
		$\text{ZnO}_2^{2-}$ , $\text{AlO}_2^-$	Сплавление со щелочью
3	Углерод С	$\text{CO}$ , $\text{CO}_2$	При высокой температуре или при горении
4	Оксид углерода(II), $\text{CO}$	$\text{CO}_2$	При высокой температуре или в присутствии катализатора
5	Сера S	$\text{SO}_4^{2-}$	Кислая среда
		$\text{SO}_3^{2-}$	Щелочная среда
6	Сероводород $\text{H}_2\text{S}$ , сульфиды (например, $\text{K}_2\text{S}$ )	S	Со слабыми окислителями
		$\text{SO}_2$	При обжиге
		$\text{H}_2\text{SO}_4$ , $\text{SO}_4^{2-}$	С сильными окислителями
7	Оксид серы(IV) $\text{SO}_2$ , сернистая кислота $\text{H}_2\text{SO}_3$ , сульфиты (например, $\text{Na}_2\text{SO}_3$ )	$\text{SO}_3$	В газовой фазе
		$\text{H}_2\text{SO}_4$ , $\text{SO}_4^{2-}$	В водных растворах
8	Фосфор P, фосфин $\text{PH}_3$ , и фосфиты (например, $\text{NaH}_2\text{PO}_3$ )*	$\text{P}_2\text{O}_5$	В газовой фазе
		$\text{H}_3\text{PO}_4$ , $\text{H}_2\text{PO}_4^-$ , $\text{HPO}_4^{2-}$ , $\text{PO}_4^{3-}$	В водных растворах
9	Аммиак $\text{NH}_3$	$\text{N}_2$	В большинстве случаев
		NO	Каталитическое окисление
10	Азотистая кислота $\text{HNO}_2$ , нитриты (например, $\text{KNO}_2$ )	$\text{HNO}_3$ , $\text{NO}_3^-$	Стандартные условия (с.у.)
11	Галогеноводороды ( $\text{HCl}$ , $\text{HBr}$ , $\text{HI}$ ), их растворы в воде и соли**	$\text{Cl}_2$ , $\text{Br}_2$ , $\text{I}_2$	С.у.

\* Следует напомнить, что фосфористая кислота  $\text{H}_3\text{PO}_3$  – двухосновная (!). Один из атомов водорода связан непосредственно с фосфором и не принимает участия в кислотно-основном взаимодействии. – Прим. ред.

\*\* Галогены вытесняют друг друга из растворов галогенидов: хлор вытесняет бром и йод, бром – только йод; с другой стороны, йод может вытеснить хлор из раствора хлората! – Прим. ред.

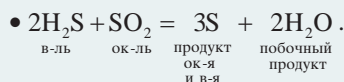
№ п/п	Восстановители	Продукты окисления	Условия
12	Катионы $\text{Cr}^{3+}$	$\text{CrO}_4^{2-}$	Щелочная среда
		$\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$	Кислая среда
13	Катионы $\text{Fe}^{2+}$ , $\text{Cu}^+$	$\text{Fe}^{3+}$ , $\text{Cu}^{2+}$	С.у.
14	Катионы $\text{Mn}^{2+}$	$\text{MnO}_2$	Нейтральная среда
		$\text{MnO}_4^{2-}$	Щелочная среда
		$\text{MnO}_4^-$	Требуется очень сильный окислитель
15	Пероксид водорода $\text{H}_2\text{O}_2$	$\text{O}_2$	Кислая или нейтральная среда

Таблица 2

**Окислители и возможные продукты их восстановления  
в зависимости от условий проведения реакции**

	Окислители	Продукты восстановления	Условия
1	Галогены – $\text{F}_2$ , $\text{Cl}_2$ , $\text{Br}_2$ , $\text{I}_2$	$\text{F}^-$ , $\text{Cl}^-$ , $\text{Br}^-$ , $\text{I}^-$	С.у.
2	Оксокислоты хлора и брома ( $\text{HClO}$ , $\text{HBrO}$ , $\text{HClO}_3$ , $\text{HBrO}_3$ ), их соли	$\text{Cl}^-$ , $\text{Br}^-$	С.у.
3	Кислород $\text{O}_2$	$\text{O}^{2-}$	Иногда требуется нагревание
4	Озон $\text{O}_3$	$\text{O}^{2-} + \text{O}_2$	С.у.
5	Сера S	$\text{S}^{2-}$	При нагревании
6	Оксид серы(VI) $\text{SO}_3$	$\text{SO}_2$	При нагревании
7	Оксид серы(IV) $\text{SO}_2$	S	В особых условиях*
8	Азотистая кислота $\text{HNO}_2$ и нитриты (например, $\text{NaNO}_2$ )	NO	В большинстве случаев
		$\text{N}_2$	С солями аммония
9	Оксид азота(IV) $\text{NO}_2$	NO, $\text{N}_2$	С.у. (если восстановитель – йодиды)
		$\text{NH}_3$	В присутствии катализатора
10	Нитраты ( $\text{NO}_3^-$ )	$\text{NO}_2$ , NO, $\text{N}_2$ , $\text{NH}_3$	При нагревании
11	Хроматы ( $\text{CrO}_4^{2-}$ ) и дихроматы ( $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ )	$[\text{Cr}(\text{OH})_6]^{3-}$	Щелочная среда
		$\text{Cr}(\text{OH})_3$	Нейтральная среда
		$\text{Cr}^{3+}$	Кислая среда
12	Катионы $\text{Fe}^{3+}$ , $\text{Cu}^{2+}$	$\text{Fe}^{2+}$ , $\text{Cu}^+$	
13	Перманганаты ( $\text{MnO}_4^-$ )	$\text{Mn}^{2+} + \text{H}_2\text{O}$	Кислая среда
		$\text{MnO}_2$ + щелочь	Нейтральная, слабощелочная среда
		$\text{MnO}_4^{2-} + \text{H}_2\text{O}$	Сильнощелочная среда
14	Пероксид водорода $\text{H}_2\text{O}_2$	$\text{H}_2\text{O}$	Кислая среда
		$\text{OH}^-$	Нейтральная и щелочная среда
15	$\text{H}_2\text{SO}_4$ (конц.), $\text{HNO}_3$	Рассмотрены отдельно (см. схемы 1–3)	

\*  $\text{SO}_2 + \text{C} = \text{S} + \text{CO}_2$  ( $t \approx 500^\circ\text{C}$ );  $\text{SO}_2 + 2\text{H}_2\text{S} = 3\text{S} + 2\text{H}_2\text{O}$  (комн. t, кат. –  $\text{H}_2\text{O}$ ). – Прим. ред.



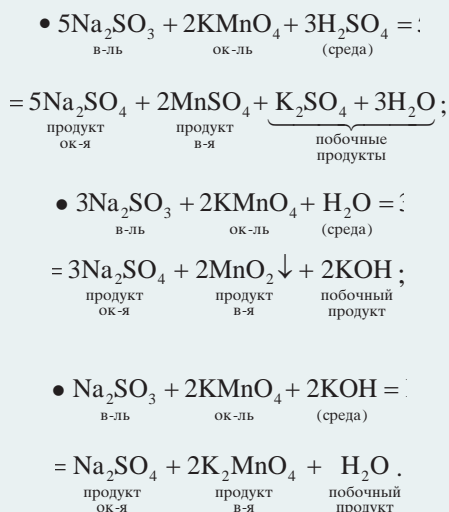
В данной реакции  $\text{SO}_2$  проявляет окислительные свойства, т.к. реагирует с более сильным восстановителем –  $\text{H}_2\text{S}$ .



Растворение  $\text{KMnO}_4$  в воде

В растворах на ход окислительно-восстановительных реакций влияет среда, в которой протекает реакция. Окислительно-восстановительные процессы между одними и теми же веществами в разных средах приводят к образованию различных продуктов. Для создания кислой среды обычно используют разбавленную серную кислоту. Азотную и соляную кислоты применяют редко, т.к. первая является сильным окислителем, а вторая способна окисляться. Для создания щелочной среды применяют растворы гидроксидов калия или натрия.

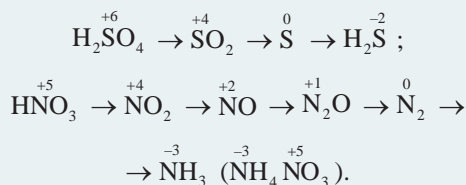
Приведем примеры влияния среды на характер протекания ОВР:



### \* Кислоты-окислители в реакциях с простыми веществами

Концентрированная серная кислота и азотная кислота (любой концентрации) окисляют почти все металлы, такие неметаллы, как углерод, фосфор, серу и многие сложные вещества.

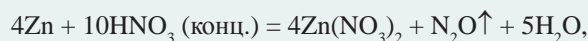
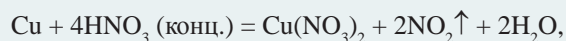
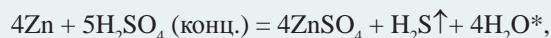
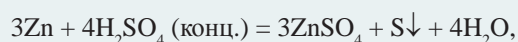
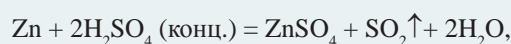
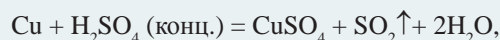
Возможные продукты восстановления этих кислот:



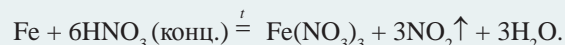
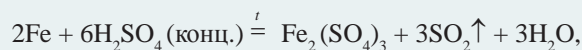
При взаимодействии этих кислот с металлами получают три вещества: *соль, вода и продукт восстановления кислоты*, который зависит от концентрации кислоты, активности металла и температуры. Чем меньше концентрация кислоты и больше активность металла, тем больше степень восстановления кислоты (схемы 1, 2, 3, см. с. 16).

При взаимодействии с неактивными металлами (например с  $\text{Cu}$ ) возможен только один продукт восстановления концентрированной кислоты.

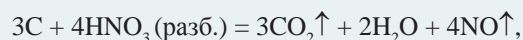
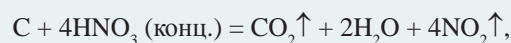
При взаимодействии с активными металлами (например с  $\text{Zn}$ ), в зависимости от соотношения кислоты и металла и концентрации кислоты, могут получиться разные продукты.



С  $\text{Fe}$ ,  $\text{Al}$ ,  $\text{Cr}$  концентрированные  $\text{H}_2\text{SO}_4$  и  $\text{HNO}_3$  реагируют только при нагревании:



Концентрированная  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{HNO}_3$  (концентрированная и разбавленная) окисляют неметаллы – углерод, фосфор, серу – до соответствующих кислот, при этом сами восстанавливаются так же, как с неактивными металлами:



\*  $\text{SO}_2$  и  $\text{S}$  получаются как примеси! Основной продукт реакции цинка с концентрированной серной кислотой – сероводород. – Прим. ред.

Схема 1

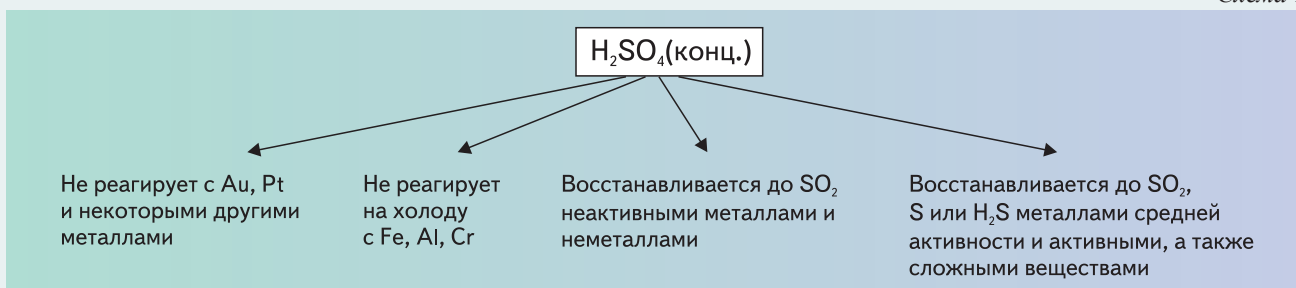


Схема 2

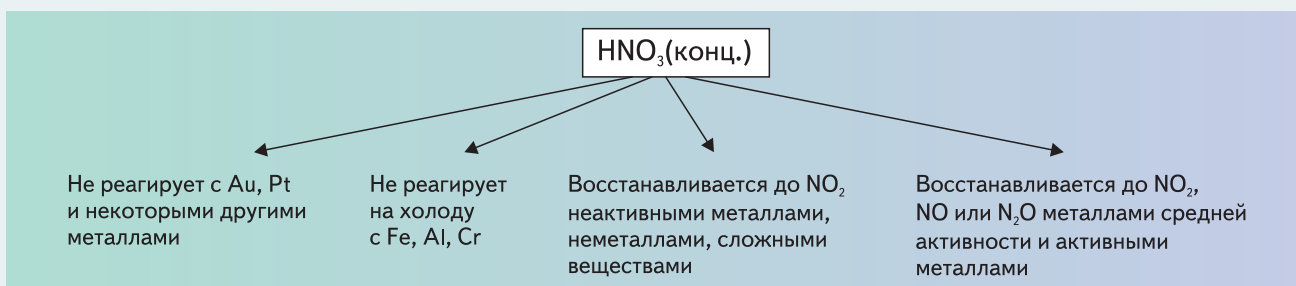
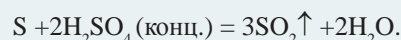
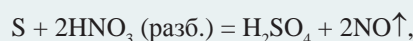
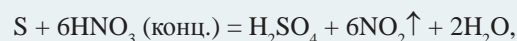
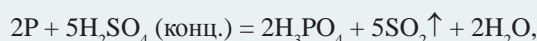
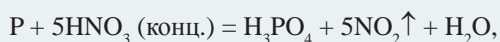
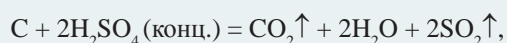
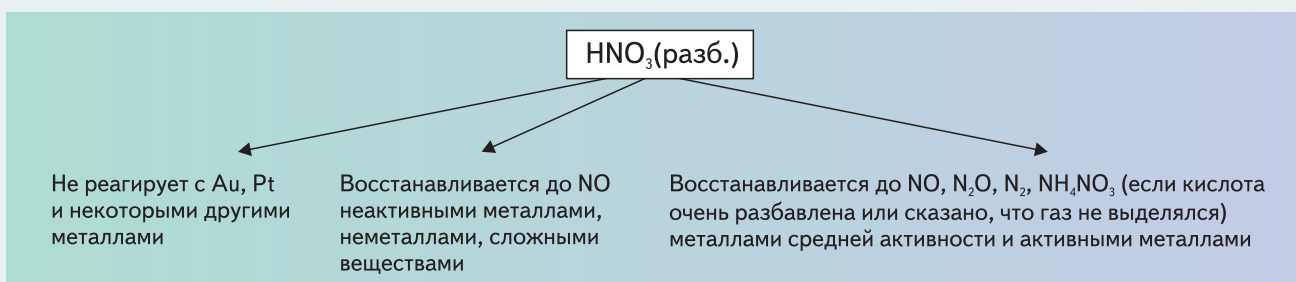


Схема 3

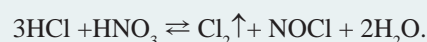


Концентрированная азотная кислота окисляет йод до йодноватой кислоты:



**\* Кислоты-окислители в реакциях со сложными веществами**

Особое значение имеет ОВР между азотной и соляной кислотами. Смесь трех объемов соляной кислоты и одного объема концентрированной азотной называют «царская водка», в ней растворяется даже золото, которое алхимики считали царем металлов:



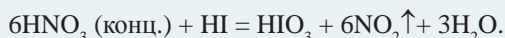
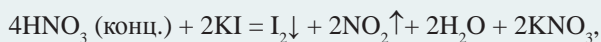
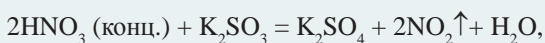
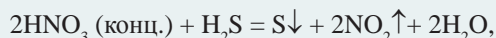
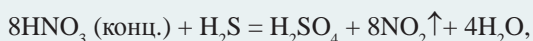
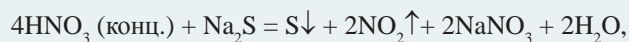
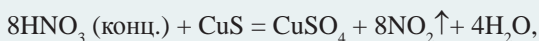
Концентрированная H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, HNO<sub>3</sub> (концентрированная и разбавленная) взаимодействуют со сложными веществами, содержащими ионы-восстановители.



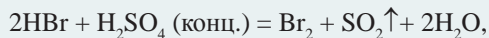
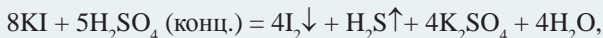
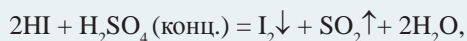
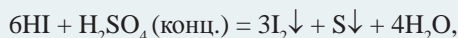
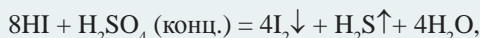
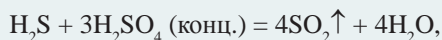
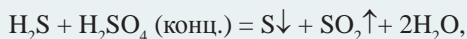
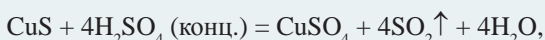
http://dic.academic.ru/pictures/wiki/files/83/salpetraeaure.jpg



Окислитель – азотная кислота, восстановитель – сульфиды, йодиды, сульфиты. При этом азотная кислота, в зависимости от концентрации, восстанавливается до  $\text{NO}_2$  или до  $\text{NO}$ , сульфид-анион  $\text{S}^{2-}$  окисляется до серы  $\text{S}$  или сульфат-аниона  $\text{SO}_4^{2-}$ , йодид-анион – до йода  $\text{I}_2$  и дальше – до йодат-аниона  $\text{IO}_3^-$  а сульфит-анион  $\text{SO}_3^{2-}$  – до сульфат-аниона  $\text{SO}_4^{2-}$ :



Окислитель – серная кислота концентрированная, восстановитель – сульфиды, йодиды и бромиды. При реакции с этими веществами серная кислота восстанавливается до  $\text{SO}_2$ ,  $\text{S}$  или  $\text{H}_2\text{S}$ ; сульфид-анион  $\text{S}^{2-}$  окисляется до серы  $\text{S}$ ,  $\text{SO}_2$  или  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ; йодид-анион до йода  $\text{I}_2$ , бромид-анион до брома  $\text{Br}_2$ :



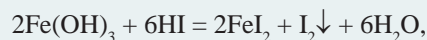
### \* Различные варианты ОВР

Между веществами, которые проявляют восстановительные и окислительные свойства, в ряде случаев невозможны реакции обмена.

Рассмотрим следующие варианты ОВР.

**1.** Окислители – соединения железа(III), восстановители – сульфиды, йодиды. При этом катион  $\text{Fe}^{3+}$  восстанавливается до катиона  $\text{Fe}^{2+}$ , сульфид-анион  $\text{S}^{2-}$  окисляется до серы  $\text{S}$ , а йодид-анион  $\text{I}^-$  окисляется до йода  $\text{I}_2$ .

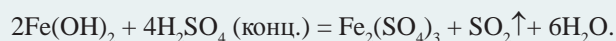
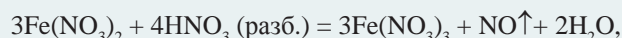
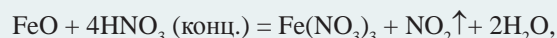
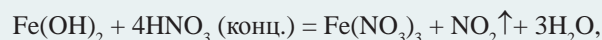
В зависимости от количественного соотношения реагирующих веществ могут получиться различные соединения железа(II):



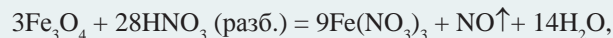
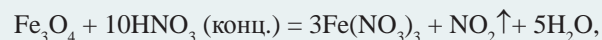
**2.** Окислители – соединения меди(II), восстановители – йодиды. При этом катион  $\text{Cu}^{2+}$  восстанавливается до катиона  $\text{Cu}^+$ , а йодид-анион окисляется до йода  $\text{I}_2$ :



**3.** Окислитель – азотная кислота или концентрированная серная кислота, восстановитель – соединения железа(III). При этом азотная кислота восстанавливается до  $\text{NO}_2$  или  $\text{NO}$ , серная – до  $\text{SO}_2$ , а катион  $\text{Fe}^{3+}$  окисляется до катиона  $\text{Fe}^{2+}$ :

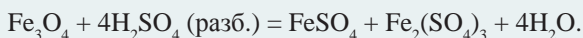


**4.** Железная окалина  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  – это смесь двух оксидов –  $\text{FeO}$  и  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ . Поэтому при взаимодействии с сильными окислителями она окисляется до соединения железа(III) за счет катионов  $\text{Fe}^{2+}$  (восстановителей), а при взаимодействии с сильными восстановителями восстанавливается до соединения железа(II) за счет катионов  $\text{Fe}^{3+}$  (окислителей):



При взаимодействии железной окалины с большинством кислот, не обладающих окислительными

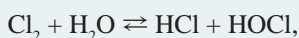
свойствами, происходит обычная реакция обмена, получают две соли:



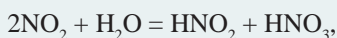
### \* Реакции диспропорционирования

Реакции, в которых атомы одного и того же элемента, входящие в состав одного и того же исходного вещества, и повышают, и понижают свои степени окисления, называются реакциями диспропорционирования. Такие реакции очень часто встречаются в заданиях С2, поэтому их нужно запомнить тем, кто хочет сдать ЕГЭ на высокий балл.

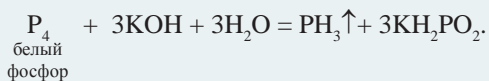
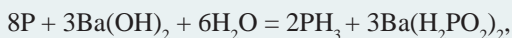
1. Все галогены, кроме  $\text{F}_2$ , диспропорционируют при попадании в растворы всех щелочей или карбонатов:



2. Оксид азота(IV) диспропорционирует в воде и щелочах:



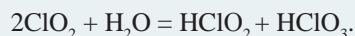
3. В растворах щелочей диспропорционируют так-же сера и фосфор:



4. Другие реакции диспропорционирования:



Бром диспропорционирует в воде



В завершении этой статьи хочу отметить, что не так уж страшны уравнения окислительно-восстановительных реакций, как это кажется на первый взгляд. Знание основных закономерностей и тренировка в выполнении различных заданий помогут в их составлении.

### \* Задания для самостоятельной работы

Напишите уравнения возможных реакций между приведенными ниже веществами.

1. Бромоводородная кислота (конц.), гидроксид натрия (конц.), перманганат натрия, сера.

2. Йод, азотная кислота (конц.), сероводород, кислород.

3. Сульфид алюминия, азотная кислота (конц.), хлороводородная кислота, углерод.

4. Азотная кислота (конц.) и растворы карбоната натрия, хлорида железа(III), сульфида натрия.

5. Хлорид меди(II), кислород, серная кислота (конц.), йодоводородная кислота.

6. Сульфид меди(II), кислород, хлор, азотная кислота (конц.), серная кислота (конц.).

7. Соляная кислота (конц.), азотная кислота (конц.), сера, гидроксид железа(II).

8. Водные растворы перманганата калия, сульфита калия, хлорида бария, азотная кислота (конц.), медь.

9. Йод, азотная кислота (конц.), сероводород и кислород.

10. Нитрат натрия, фосфор, бром, раствор гидроксида калия.

11. Оксид азота(IV), раствор гидроксида калия, белый фосфор, водород.

ПРИМЕРЫ ЗАДАНИЙ С ОТВЕТАМИ

# Часть С

Л.Н.ИВАЩЕНКО,  
учитель химии  
средней школы № 2,  
ст. Староминская,  
Краснодарский край

Успешно выдержать экзаменационное испытание, набрать заветную сумму баллов — непростая задача. В любом испытании есть задания различного уровня сложности, в том числе и такие, которые требуют очень глубокого знания материала, а также умения рассуждать, мыслить логически, выстраивать причинно-следственные связи. Как показывает практика, при сдаче ЕГЭ по химии наибольшие затруднения у ребят вызывают задания, подтверждающие взаимосвязь различных классов неорганических (С2) и органических веществ (С3).

▶ Рассмотрим задания, предложенные школьникам на экзамене в 2010 г.

**С2.** Даны: концентрированные соляная и азотная кислоты, сера и гидроксид железа(II). Напишите уравнения четырех возможных реакций между этими веществами.

*Решение*

1)  $\text{Fe}(\text{OH})_2 + 2\text{HCl} = \text{FeCl}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$  (реакция нейтрализации).

2)  $\text{Fe}(\text{OH})_2 + 4\text{HNO}_3 (\text{конц.}) = \text{Fe}(\text{NO}_3)_3 + \text{NO}_2 + 3\text{H}_2\text{O}$  (реакция соединений железа(II) с окислителями).

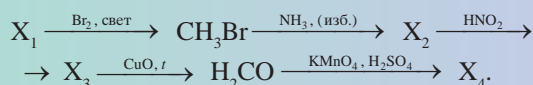
3)  $\text{S} + 6\text{HNO}_3 (\text{конц.}) = \text{H}_2\text{SO}_4 + 6\text{NO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$  (взаимодействие неметалла с кислотой окислителем).

4)  $3\text{HCl} (\text{конц.}) + \text{HNO}_3 (\text{конц.}) \rightleftharpoons 2\text{Cl}_2 + \text{NOCl} + 2\text{H}_2\text{O}$ .

Смесь, состоящая из 1 объема концентрированной азотной и 3 объемов концентрированной соляной кислоты, называется «царская водка». Она растворяет некоторые металлы, не взаимодействующие с концентрированной азотной кислотой, в том числе и «царя металлов» — золото. Действие ее объясняется тем, что  $\text{HNO}_3$  обратимо окисляет  $\text{HCl}$  с выделением свободного хлора и образованием оксихлорида азота(III), или хлорида нитрозила  $\text{NOCl}$ .

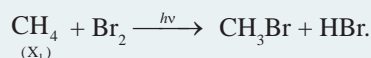
Хлор в момент выделения состоит из атомов. Именно он обуславливает высокую окислительную способность царской водки.

**С3.** Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения:

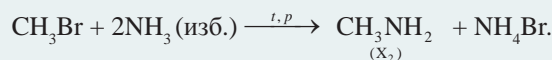


*Решение*

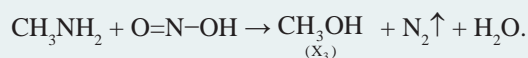
1) Бромирование метана:



2) Взаимодействие галогеналкана с избытком аммиака:

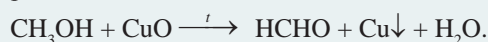


3) Первичные алкиламины при взаимодействии с азотистой кислотой превращаются в спирты:

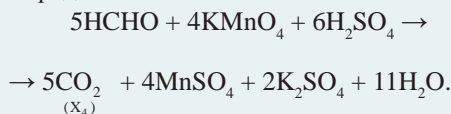


(Вторичные алкиламины с азотистой кислотой образуют нитрозоамины; третичные алкиламины с  $\text{HNO}_2$  не реагируют.)

4) Качественная реакция на предельные одноатомные спирты:



5) Окисление формальдегида перманганатом калия в кислой среде:



При выполнении этих заданий необходимо учитывать, что в школьный базовый курс химии не входит рассмотрение механизма действия «царской водки» и не рассматриваются реакции аминов с азотистой кислотой.

**ЛИТЕРАТУРА**

Глинка Н.Л. Общая химия. Учебное пособие для вузов. Л.: Химия. Ленингр. отд-ние, 1979; Березин Б.Д. Курс современной органической химии. Учебное пособие для вузов. М.: Высшая школа, 2003.

11 КЛАСС (ВТОРОЙ ГОД ОБУЧЕНИЯ)

# Пособие-репетитор по химии

И.В.ТРИГУБЧАК

Продолжение. См. № 13, 24 / 2010; 6 / 2011.

Тематическое планирование курса. 11 класс, второй год обучения

Занятие 1. Теоретические положения органической химии.

Занятие 2. Классификация реакций в органической химии.

Занятие 3. Алканы.

**Занятие 4. Циклоалканы.**

Занятие 5. Алкены.

Занятие 6. Диены. Каучуки.

Занятие 7. Алкины.

Занятие 8. Арены. Бензол.

Занятие 9. Гомологи бензола.

Занятие 10. Одноатомные спирты.

Занятие 11. Многоатомные спирты.

Занятие 12. Фенолы.

Занятие 13. Альдегиды. Кетоны.

Занятие 14. Карбоновые кислоты.

Занятие 15. Эфиры.

Занятие 16. Жиры.

Занятие 17. Углеводы. Моносахариды.

Занятие 18. Углеводы. Полисахариды.

Занятие 19. Амины.

Занятие 20. Аминокислоты.

Занятие 21. Пептиды. Белки.

Занятие 22. Понятие о гетероциклах.

Занятие 23. Нуклеиновые кислоты.

Занятие 24. Окислительно-восстановительные реакции в органической химии (обобщение).

Занятие 25–34. Обобщение изученного материала. Анализ и решение заданий вступительных экзаменов различных вузов.

## ЗАНЯТИЕ 4

### ЦИКЛОАЛКАНЫ



Предельные углеводороды циклического строения (циклоалканы, циклопарафины)

П л а н

1. Определение, общая формула гомологического ряда, классификация, строение молекул малых и обычных циклов.

2. Изомерия – структурная, пространственная, межвидовая; номенклатура (на примере названий изомеров).

3. Физические свойства.

4. Химические свойства:

– гидрирование, галогенирование, гидрогалогенирование малых циклов;

– галогенирование, нитрование, дегидрирование обычных циклов;

– окисление циклоалканов.

5. Получение:

– из природных источников;

– из ароматических углеводородов;

– из дигалогенпроизводных предельных углеводородов.

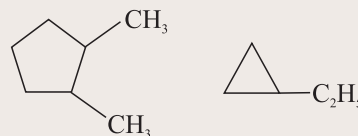
6. Применение циклоалканов.

**Циклоалканы** – это насыщенные углеводороды циклического строения, содержащие в цикле три и бо-

лее атомов углерода. Все атомы углерода в циклоалканах находятся в состоянии  $sp^3$ -гибридизации. Общая формула гомологического ряда –  $C_nH_{2n}$ , где  $n \geq 3$ . По числу атомов углерода циклоалканы делятся на малые ( $C_3$ – $C_4$ ), обычные ( $C_5$ – $C_7$ ) и большие ( $C_8$  и больше). Обычные циклоалканы содержатся в нефти, поэтому их часто называют *нафтенами* или *циклопарафинами*. Молекулы малых циклов имеют плоское неустойчивое строение, тогда как обычные циклоалканы имеют неплоские устойчивые молекулы. Такое различие в строении накладывает отпечаток на разницу в химических свойствах (см. далее).

При построении названия циклоалканов заместители нумеруются в соответствии с их положением в цикле согласно принципу наименьшей суммы локанта.

*Составьте структурные формулы 1,2-диметилциклопентана и этилциклопропана.*

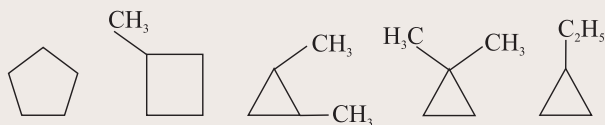


Для циклоалканов возможны следующие *виды изомерии*.

1) **Структурная** обусловлена размером цикла, строением и положением боковой цепи.

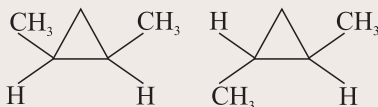
*Составьте структурные формулы следующих изомеров: циклопентан, метилциклобутан, 1,2-диметил-*

циклопропан, 1,1-диметилциклопропан, этилциклопропан.



2) **Пространственная** (цис-, транс-) обусловлена невозможностью вращения заместителей вокруг связи С–С в цикле.

Составьте структурные формулы следующих изомеров: цис-1,2-диметилциклопропан, транс-1,2-диметилциклопропан.



3) **Межвидовая изомерия** обусловлена одинаковой общей формулой гомологического ряда циклоалканов и алкенов.

Составьте структурные формулы следующих изомеров: циклопропан – пропен.



Для циклогексана, имеющего неплоский устойчивый цикл (в отличие от циклопропана и циклобутана, имеющих плоские неустойчивые циклы), характерно явление **конформации**. Молекула циклогексана может существовать в нескольких конформационных положениях, из которых наиболее вероятны три – кресло, ванна и твист-конформация. Наиболее устойчивой является конформация кресла. Эти конформационные состояния могут очень быстро превращаться друг в друга без разрыва молекулы (согласно теории Заксе–Мора).

Изобразите молекулу циклогексана в трех конформационных положениях.



### Физические свойства

Все циклоалканы – бесцветные, горючие, малорастворимые в воде вещества. С<sub>3</sub>–С<sub>4</sub> – газы, С<sub>5</sub>–С<sub>6</sub> – жидкости.

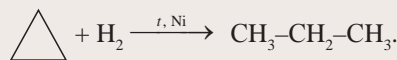
### Химические свойства

Химические свойства циклоалканов различаются в зависимости от величины цикла.

**Малые циклы** вследствие специфики строения (плоские неустойчивые циклы) проявляют склонность к **реакциям присоединения** с разрывом цикла и образованием алканов и их производных.

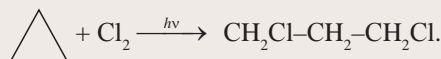
**Гидрирование** малых циклов.

Напишите реакцию гидрирования циклопропана.



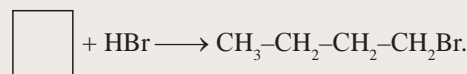
**Галогенирование** малых циклов.

Напишите реакцию хлорирования циклопропана.



**Гидрогалогенирование** малых циклов.

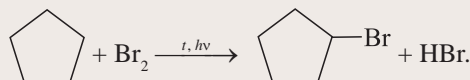
Напишите реакцию взаимодействия циклобутана и бромоводорода.



**Обычные циклы**, имеющие неплоские устойчивые молекулы, по химическим свойствам близки к алканам. Для них характерны **реакции радикального замещения**.

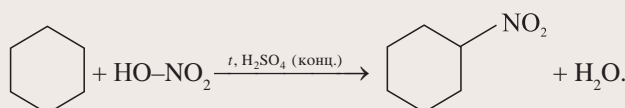
**Галогенирование** обычных циклов.

Напишите реакцию бромирования циклопентана.



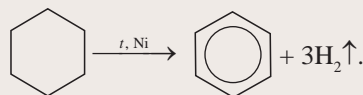
**Нитрование** обычных циклоалканов происходит в тех же условиях, что и нитрование алканов.

Напишите реакцию нитрования циклогексана.



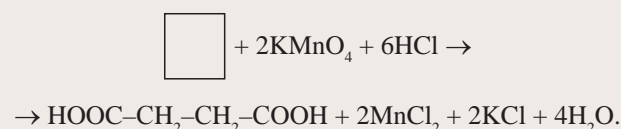
При нагревании циклогексана на никелевом катализаторе происходит его **дегидрирование** с образованием бензола.

Составьте уравнение этой реакции.



При **окислении циклоалканов** сильными окислителями (KMnO<sub>4</sub>, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (конц.)) происходит разрыв цикла с образованием двухосновной кислоты с тем же числом атомов углерода.

Используя метод электронно-ионного баланса, составьте уравнение окисления циклобутана перманганатом калия в солянокислой среде.

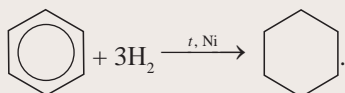


### ПОЛУЧЕНИЕ ЦИКЛОАЛКАНОВ

1) Из природных источников (так получают циклопентан и циклогексан, которые иначе называются нафтенами). Малые циклы в природе не встречаются.

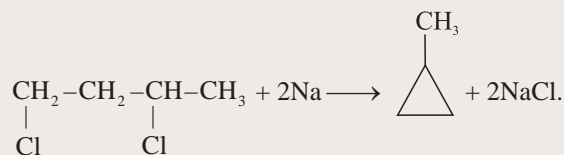
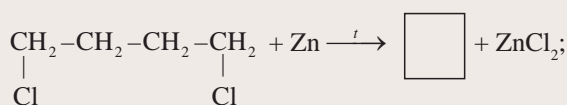
2) Из ароматических углеводородов реакцией гидрирования.

Напишите реакцию гидрирования бензола:



3) Действием металлов (Na, Zn, Mg) на дигалогенпроизводные алканов.

Составьте реакции получения циклобутана и метилциклопропана этим способом.



Циклоалканы применяют в качестве сырья для органического синтеза и в качестве топлива; циклопропан используют в медицине для общей анестезии.



#### Тест по теме «Циклоалканы»

1. Общая формула гомологического ряда циклоалканов следующая:

- $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$ ;
- $\text{C}_n\text{H}_{2n}$ ;
- $\text{C}_n\text{H}_{2n-2}$ ;
- такая же, как у алкенов.

2. По своим свойствам наиболее

похожи на алканы:

- циклоалканы с малыми циклами;
- обычные циклоалканы;
- нафтены;
- все циклоалканы.

3. И бутан, и циклобутан реагируют с:

- кислородом;
- водородом;
- раствором перманганата калия;
- нитрующей смесью.

4. Какие из следующих утверждений верны?

- Изомером циклопентана является пентен.
- Изомером циклопентана является 2-метилбутан.

- Верно только А;
- верно только Б;
- верны оба утверждения;
- оба утверждения неверны.

5. Сумма коэффициентов перед реагентами в уравнении реакции окисления циклопропана бихроматом калия в сернокислом растворе равна:

- 12;
- 36;
- 61;
- 28.

6. Конформационные состояния характеризуют:

- изомеры;
- гомологи;
- разные вещества;
- одно и то же вещество.

7. Для получения метилциклобутана надо провести реакцию взаимодействия цинка и:

- 1,2-дихлорпентана;
- 1,4-дихлорпентана;
- 1,5-дихлорпентана;
- 1,4-дихлорбутана.

8. Молекулярная формула циклоалкана, имеющего относительную плотность по азоту 1,5, – это:

- $\text{C}_3\text{H}_8$ ;
- $\text{C}_3\text{H}_6$ ;
- $\text{C}_4\text{H}_8$ ;
- $\text{C}_4\text{H}_{10}$ .

9. С какими веществами способен взаимодействовать циклопропан?

- Водород;
- кислород;
- бензол;
- бром.

10. В цепочке превращений



веществом X является:

- этилен;
- этан;
- 1,6-дихлоргексан;
- бензол.

#### Ключ к тесту

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
б, г	б, в	а, г	а	г	г	б	б	а, б, г	г

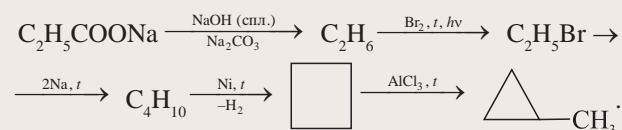


#### Задачи и упражнения по теме «Циклоалканы»

##### ЦЕПОЧКИ ПРЕВРАЩЕНИЙ

1. Пропионат натрия → этан → бромэтан → бутан → циклобутан → метилциклопропан.

Ответ.



2. Синтез-газ → пропан → циклопропан → 1,3-дихлорпропан → циклопропан (+ перманганат калия, pH = 7) → ...

3. Метан → ацетилен → бензол → циклогексан → гексахлорциклогексан.

##### УПРАЖНЕНИЯ НА ОВР

1. Циклобутан + перманганат калия + вода = ...

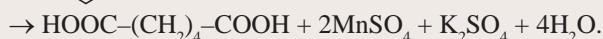
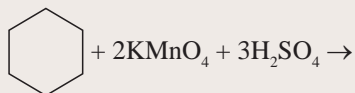
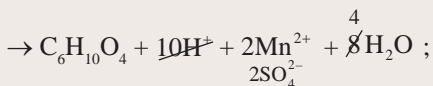
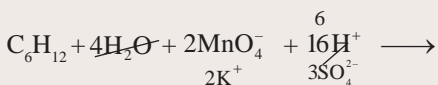
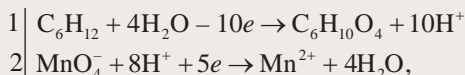
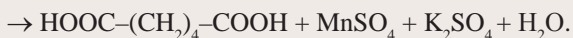
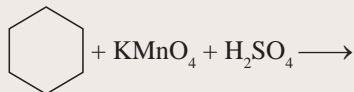
2. Циклобутан + перманганат калия + соляная кислота = ...

3. Циклобутан + дихромат калия + серная кислота = ...

4. Циклогексан + перманганат калия + вода = ...

5. Циклогексан + перманганат калия + серная кислота = ...

Ответ.

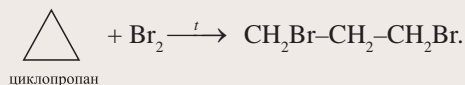
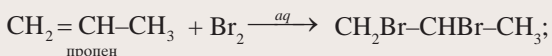


6. Циклогексан + дихромат калия + соляная кислота = ...

### ЗАДАЧИ

1. Установите структуру двух изомеров состава  $\text{C}_3\text{H}_6$ , если один из них обесцвечивает бромную воду, а второй бромруется в более жестких условиях до 1,3-дибромпропана. Напишите уравнения реакций.

Решение



2. При сгорании 2,24 л газообразного углеводорода образуется 6,72 л углекислого газа и 5,4 г воды. Установите формулу углеводорода, составьте структурные формулы всех его изомеров и напишите реакции их гидробромирования.

Ответ.  $\text{C}_3\text{H}_6$  (циклопропан).

3. Циклобутан массой 5,6 г прореагировал с бромом, образовав продукт А. Вещество А обработали спиртовым раствором щелочи и получили вещество Б, к которому прибавили бромную воду. Какая масса брома прореагирует с соединением Б?

Ответ. А – 1,4-дибромбутан;

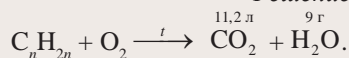
Б – бутadiен-1,3;  $m(\text{Br}_2) = 32$  г.

4. Какой объем водорода (н.у.) выделится при каталитическом дегидрировании 24,5 г метилциклогексана в толуол, если реакция протекает с выходом 75 %?

Ответ.  $V(\text{H}_2) = 12,6$  л.

5. Установите формулу простейшего циклоалкана, при сгорании которого выделилось 11,2 л (н.у.) углекислого газа и 9 г воды, если относительная плотность его паров по воздуху равна 1,93.

Решение



$$v(\text{CO}_2) = 11,2 \text{ (л)} / 22,4 \text{ (л/моль)} = 0,5 \text{ моль};$$

$$v(\text{H}_2\text{O}) = 9 \text{ (г)} / 18 \text{ (г/моль)} = 0,5 \text{ моль};$$

$$v(\text{C}) = 0,5 \text{ моль}; v(\text{H}) = 1 \text{ моль}.$$

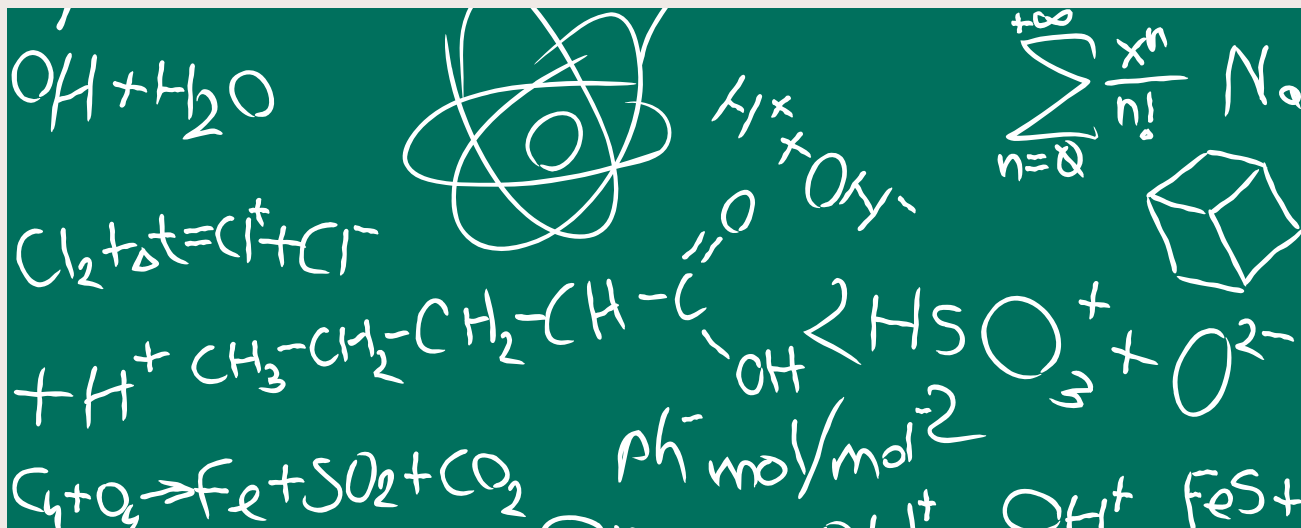
$$v(\text{C}) : v(\text{H}) = 0,5 : 1 = 1 : 2.$$

Простейшая формула –  $\text{CH}_2$  ( $M_r = 14$ ).

$$M(\text{C}_n\text{H}_{2n}) = 1,93 \cdot 29 = 56 \text{ г/моль};$$

$$n = 56 : 14 = 4,$$

следовательно, истинная формула циклоалкана –  $\text{C}_4\text{H}_8$ .



# Изучение реакции декарбоксилирования в школьном курсе химии

П. И. БЕСПАЛОВ,  
канд. пед. наук,  
доцент МИОО

Познавая окружающую действительность, человек приобретает новые знания: некоторые из них — при помощи органов чувств, другие — в результате выведения новых знаний из знаний уже имеющихся. Логической формой получения знаний является умозаключение.

Умозаключение — это форма мышления, посредством которой из одного или нескольких суждений, связанных между собой, с логической необходимостью получается новое суждение. Умозаключение по аналогии — знание, полученное из рассмотрения какого-либо объекта, переносится на менее изученный, сходный по существенным свойствам, качествам объект.

▶ Аналогия (греч. *analogia* — соответствие, сходство) — сходство предметов (явлений, процессов) в каких-либо свойствах. Аналогия всегда преследует только одну цель — поиск сходства признаков предметов, причем обязательно относящихся к одному и тому же классу. При этом выявляются как сходства, так и различия признаков предметов, явлений. Таким образом, аналогия позволяет делать перенос различных понятий, ситуаций или областей и использовать их для пояснения новых фактов.

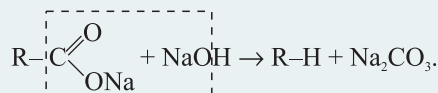
Аналогии широко используются в научном познании, в быту. Примером применения аналогий является целенаправленный синтез лекарственных препаратов с определенными фармакологическими свойствами. Химики-органики также используют аналогию для получения различных соединений. Рассуждения по аналогии нередко приводили к научным открытиям. Д. И. Менделеев применял аналогии при построении периодической системы химических элементов.

Большое место занимают аналогии и в учебном процессе. Изучая различные классы неорганических и органических соединений, мы непроизвольно применяем аналогии. Использование аналогии в познании — основа для выдвижения предположений, догадок, гипотез, которые можно разрешить экспериментально.

Объектами сравнения могут быть классы соединений, типы и механизмы химических реакций и т. д.

В качестве примера приведем применение реакции декарбоксилирования (реакции Дюма) в изучении школьного курса химии. Одним из лабораторных способов получения метана является сплавление со щелочью ацетата натрия. В учебном процессе эта реакция проводится без соответствующей подготовки, и в

дальнейшем представления о ней не получают своего развития. Как показывает практика, знакомство с аналогичными способами получения других предельных углеводородов (этана, пропана, бутана) из соответствующих солей карбоновых кислот способствует не только закреплению знаний, но и формированию представления об общем способе получения алканов, который может быть представлен следующей схемой:



Учитель акцентирует внимание учащихся на том, что в схеме реакции радикалы (R-) могут быть самые различные: от простых (H-, C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>-) до сложных (разветвленные изомерные радикалы). Можно предложить учащимся различные варианты заданий получения алканов.

Дальнейшее развитие знаний об этой реакции происходит при изучении темы «Арены». Здесь возможны разные методические подходы.

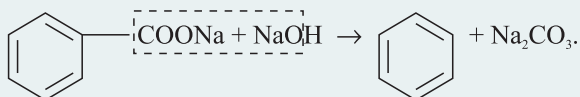
*Первый подход* связан с историей открытия бензола. Одним из старых лабораторных способов получения бензола являлся метод нагревания бензойной кислоты с негашеной известью (Э. Митчерлих). Учащимся следует предложить вспомнить общий способ получения алканов и записать уравнение реакции получения бензола из бензойной кислоты. Формулу бензойной кислоты приводит учитель.

Более логичен *второй подход*. Он приемлем после изучения гомолога бензола — толуола. При окислении толуола раствором перманганата калия образуется



соль бензойной кислоты. А как из этой соли получить бензол? Возможность получения бензола из бензойной кислоты подтверждается экспериментально.

#### Получение бензола из бензоата натрия.

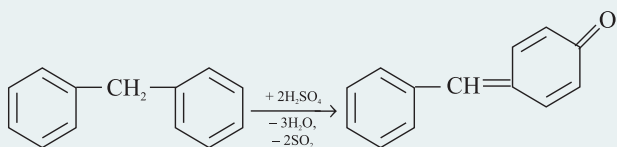
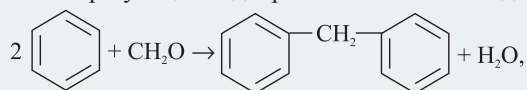


В сухую пробирку помещают тонкоизмельченную смесь равных по массе частей бензоата натрия и натронной извести. Пробирку закрывают пробкой с газоотводной трубкой. Конец трубки помещают в сухую пробирку, опущенную в холодную воду.

Закрепленную в штативе пробирку с реакционной смесью прогревают на пламени спиртовки сначала в верхней части (чтобы не происходило конденсации бензола), а затем в нижней части. Через некоторое время в приемнике образуется несколько капель бензола. Его можно идентифицировать по запаху и провести реакцию с концентрированной серной кислотой и формальдегидом (проба Ле Розена).

Для приготовления данного реактива смешивают 0,1 мл формалина с 5 мл концентрированной серной кислоты. Используется только свежеприготовленный реактив. К раствору формальдегид–серная кислота приливают исследуемую жидкость. Появление красного окрашивания свидетельствует о ее ароматическом характере.

В классах с углубленным изучением химии можно привести упрощенную схему реакций. Концентрированная серная кислота, являющаяся одновременно окислителем и обезвоживающим агентом, вызывает сначала конденсацию бензола с формальдегидом, а затем окисляет образующиеся диарилметиленовые соединения:



В классах, где химию изучают на базовом уровне, проводят опыт в другом варианте. В пробирку-приемник для конденсации бензола наливают 1 мл концентрированной серной и 0,5 мл концентрированной азотной кислот. При нагревании пробирки со смесью бензоата натрия и натронной извести выделяющийся бензол реагирует с нитрующей смесью, в результате получается нитробензол, который образует темное пятно над смесью кислот. После разбавления нитрующей смеси водой капля нитробензола опуска-

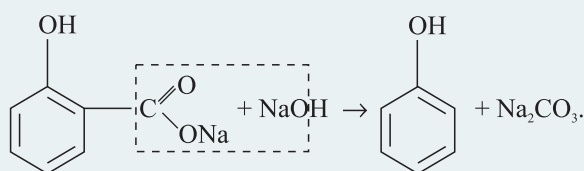
ется на дно пробирки. При этом ощущается запах, напоминающий запах горького миндаля, характерный для ароматических мононитропроизводных.

#### Получение бензоата натрия.

В химический стакан с 50 мл дистиллированной воды вносят 12,5 г бензойной кислоты. Смесь тщательно перемешивают и нейтрализуют раствором карбоната натрия до слабокислой реакции (берут 5,3 г карбоната натрия и растворяют его в минимальном количестве воды). Раствор бензоата натрия фильтруют и упаривают досуха на водяной бане.

При изучении темы «Фенол» учащимся предлагается закончить написание уравнения реакции, в которой исходными веществами являются салицилат натрия и гидроксид натрия. Обсуждается возможность определения продукта реакции – фенола. Затем проводится демонстрационный опыт.

#### Получение фенола из салицилата натрия.



Немного салицилата натрия (примерно 1,6 г) смешивают с 0,4 г гидроксида натрия или натронной извести. Смесь тщательно измельчают, перемешивают и помещают в пробирку, которую закрепляют в штативе в горизонтальном положении. При прокаливании смеси на стенках пробирки конденсируются капли расплавленного фенола. Стеклопалочкой часть фенола переносят в пробирку с теплой водой и проводят качественные реакции с хлоридом железа(III) или с бромной водой. С остатком в реакционной пробирке проводят качественную реакцию на карбонаты.

#### Получение салицилата натрия.

В большую фарфоровую чашку вносят 13,8 г чистой салициловой кислоты, 8,4 г бикарбоната натрия, прибавляют при помешивании немного воды до получения густой кашицы и оставляют стоять некоторое время. Смесь должна иметь слабокислую реакцию. Для определения реакции среды небольшую часть смеси помещают в пробирку с водой, слегка подогревают до полного удаления углекислого газа. В полученный раствор опускают синюю лакмусовую бумажку. Она должна окрашиваться в красный цвет (слабощелочные и нейтральные растворы дают при выпаривании темноокрашенный салицилат натрия).

Когда выделится большая часть углекислого газа, смесь нагревают в сушильном шкафу при температуре 50–60 °С до тех пор, пока не получится сухой

Сравнение свойств аммиака и метиламина

Вещество	Растворимость в воде	Взаимодействие с хлороводородом	Горение на воздухе	С раствором фенолфталеина	С раствором хлорида железа(III)
NH <sub>3</sub>	+	+	–	Малиновое окрашивание	Осадок гидроксида железа(III)
CH <sub>3</sub> NH <sub>2</sub>	+	+	+	Малиновое окрашивание	Осадок гидроксида железа(III)

остаток (можно поставить смесь в теплое место на несколько дней).

Полученный технический продукт используют для опыта. При необходимости его можно перекристаллизовать из горячего спирта. Полученный после кристаллизации реактив имеет вид красивых блестящих чешуйчатых кристаллов.

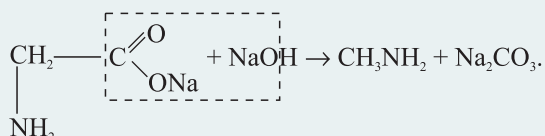
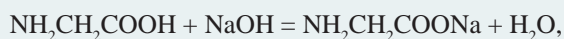
Применение аналогий позволяет логично подойти к способу получения аминов. К сожалению, при изучении темы «Амины» у учителя отсутствует возможность продемонстрировать физические и химические свойства этого класса органических соединений, прежде всего из-за отсутствия реактивов, из которых можно получить алифатические амины. Рекомендованный Л.А.Цветковым способ получения аминов из селечодного рассола вряд ли может подойти как демонстрационный, т.к. требует большой затраты времени.

Получение метиламина из аминокислоты позволяет в течение 3–4 мин. получить амин и продемонстрировать его основные свойства.

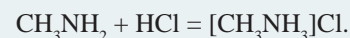
**Получение метиламина из аминокислоты. Изучение свойств метиламина.**

Тонкоизмельченную аминокислоту массой 1,5 г смешивают в фарфоровой ступке с 0,8 г твердого гидроксида натрия. Смесь тщательно размельчают и перемешивают, затем добавляют примерно 2–3 г натронной извести и также тщательно перемешивают.

Полученную смесь помещают в демонстрационную пробирку, закрывают газоотводной трубкой и нагревают. При этом выделяется газообразный метиламин:



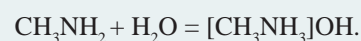
Выделение газа можно доказать, если поднести к газоотводной трубке стеклянную палочку, смоченную концентрированной соляной кислотой. Появление белого дымка хлорида метиламмония свидетельствует о присутствии метиламина:



Его поджигают. При этом необходимо отметить, что метиламин, в отличие от аммиака, горит на воздухе. Продуктами реакции являются вода, углекислый газ и азот:

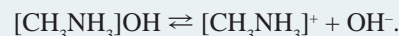


Выделяющийся метиламин в течение 1 мин. пропускают в пробирку с дистиллированной водой:

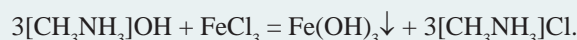


Полученный раствор гидроксида метиламмония используют для следующих опытов.

К порции раствора гидроксида метиламмония прибавляют несколько капель спиртового раствора фенолфталеина. Раствор приобретает малиновую окраску, свидетельствующую о наличии гидроксид-ионов:



К другой порции раствора добавляют несколько капель разбавленного раствора хлорида железа(III). Выпадает бурый осадок гидроксида железа(III):



После проведения эксперимента можно обобщить экспериментальные данные и сравнить свойства метиламина и аммиака (таблица.).

Использование описанного эксперимента позволяет показать генетическую связь между различными классами органических соединений, формировать логическое мышление и более осмысленные знания учащихся.

**ЛИТЕРАТУРА**

Рево А.Я., Зеленкова В.В. Малый практикум по органической химии. М.: Высшая школа, 1980; Современный энциклопедический словарь. М.: Большая Российская энциклопедия, 1977; Файгл Ф. Капельный анализ органических веществ. М.: ГНТИ, 1962; Цветков Л.А. Эксперимент по органической химии в средней школе. М.: Школьная пресса, 2000.

ЭЛЕКТИВНЫЙ КУРС • 9 КЛАСС

# Исследование некоторых компонентов продуктов питания

С. КУЛИШОВ,  
студент КГУ им. К.Э. Циолковского,  
В. М. ЛАРИОНОВА,  
к.х.н., доцент кафедры химии КГУ  
им. К.Э. Циолковского,  
г. Калуга

Такой школьный предмет, как химия, изучается в большинстве школ с 8-го класса. Еще в самом начале изучения учащиеся получают сведения о том, что все окружающие нас тела состоят из элементарных частиц, которые образуют атомы, а из атомов уже строятся молекулы. Об этом учащимся чаще сообщается только теоретически, но эту информацию можно подтвердить экспериментально. Например, исследуя продукты питания, можно показать, что большинство веществ имеет молекулярное строение. В соответствии с этим ниже представлено содержание элективного курса «Исследование некоторых компонентов продуктов питания».

Данный курс может способствовать развитию познавательного интереса к химии и выбору дальнейшего профиля обучения.

**Цель.** Ориентировать учащихся на продолжение химического образования в классах естественно-научного профиля.

**Задачи.** Развивать мышление учащихся, формировать умения самостоятельно приобретать знания по химии; предоставить учащимся возможность реализовать себя в разных видах деятельности, выполнение которых является неотъемлемой частью обучения химии; развивать практические умения и навыки при работе с химическим оборудованием и реактивами.

**Основные идеи.** Отразить в структуре и содержании курса взаимосвязи химической и биологической материи; ориентировать учащихся на специфику школьного курса химии в классах естественно-научного профиля посредством интеграции их химических и биологических знаний; показать возможность экспериментального подтверждения наличия жизненно необходимых веществ в продуктах питания.

## Пояснительная записка.

Предлагаемый элективный курс ориентирован на учащихся 9-го класса и рассчитан на 15 ч. Он, на наш взгляд, поможет далее усвоению материала курса органической химии в 10-м классе. Учащиеся уже получили достаточные знания по химии (имеют сведения о некоторых веществах и качественных реакциях на них; владеют практическими навыками фильтрования, нагревания, измельчения веществ) и биологии (имеют

сведения о жизненно важных элементах и органических веществах, необходимых для организма: жирах, белках, углеводах, витаминах и т.д.). Содержание курса служит дополнением к учебной программе основной школы. При его изучении учащиеся знакомятся с некоторыми методами химического анализа, аналитическими реакциями на ряд компонентов пищевых продуктов, узнают о значении последних для организма.

Этот курс состоит из трех разделов: теоретического, практического и исследовательского. Программа курса представлена в *приложении 1*.

Материально-техническая база кабинета химии не всегда обеспечивает возможность проведения лабораторных опытов, поэтому при разработке данного курса были выбраны такие аналитические методики, которые достаточно просты в выполнении и позволяют обойтись оборудованием, имеющимся в любом школьном кабинете химии.

**Теоретическая часть** предполагает изучение химических компонентов пищевых продуктов. Учащиеся получают знания о веществах, входящих в состав продуктов питания (белках, жирах, углеводах, витаминах), их свойствах. Далее учащиеся знакомятся с ролью микроэлементов в питании с учетом того, что они уже имеют представление о значении некоторых микроэлементов ( $\text{Na}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ) из курса биологии. В связи с этим их целесообразно познакомить с некоторыми элементами, входящими в состав биологически

активных веществ (витаминов, ферментов), в частности с  $\text{Co}^{2+}$ ,  $\text{Zn}^{2+}$ . Кроме того, школьникам предполагается рассказать об энергетической (энергию организм получает в результате разрушения химических связей в молекулах питательных веществ) и «строительной» ценности продуктов питания.

Далее происходит знакомство учащихся с теоретическими основами химического анализа: рассматриваются вопросы качественного и количественного анализа; объясняется методика взятия пробы, ее консервации и подготовки к анализу (известно, что отобранная проба не всегда может быть использована для анализа и требует, например, измельчения, концентрирования или какой-либо другой предварительной обработки).

**Практическая часть** дает возможность учащимся экспериментально проанализировать некоторые компоненты продуктов питания и позволяет подтвердить на практике полученные ранее теоретические знания. Школьники знакомятся с методами определения сахаров, витамина С, минерального состава продуктов растительного происхождения [1, 2]. В продуктах животного происхождения учащиеся определяют наличие воды и соли (в сливочном масле), соды, формальдегида, механических включений (в молоке) [3] и т.д.

Более подробно остановимся на одном практическом занятии.

### Определение минерального состава продуктов растительного происхождения

При определении минерального состава продуктов используют золу. Для этого нарезанные части растения нагревают в тигле на пламени горелки до полного озоления (проводится в вытяжном шкафу или при открытом окне). Когда зола будет готова, ее необходимо разделить на две части. Одну часть переносят в химический стакан и заливают дистиллированной водой (в массовом соотношении 1:4), а другую часть заливают 10%-м раствором соляной кислоты (в массовом соотношении 1:4). Опыт можно проводить как в пробирках, так и на предметных стеклах. В последнем случае учащиеся получают возможность наблюдать кристаллы образующихся соединений в микроскоп (здесь можно рассказать о микрокристаллоскопическом методе анализа).

**Хлориды** определяют по реакции с раствором  $\text{AgNO}_3$ ; в случае наличия в золе хлоридов образуется белый осадок хлорида серебра.

Для определения **калия** готовят раствор комплексной соли гексанитроплюмбата(II) меди(II), натрия  $\text{Na}_2\text{Cu}[\text{Pb}(\text{NO}_2)_6]$ . Для этого 1 г  $\text{NaNO}_2$ , 0,45 г  $\text{Cu}(\text{CH}_3\text{COO})_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  и 0,8 г  $\text{Pb}(\text{CH}_3\text{COO})_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$  растворяют в 7,5 мл воды, подкисленной 0,1 мл 30%-го раствора уксусной кислоты. Аналитическую реакцию лучше выполнять на предметном стекле; при этом под микроскопом можно наблюдать образование темно-коричневых кубических кристаллов гексанитроплюмбата(II) меди(II), калия.

**Магний** определяется в солянокислом растворе золы. Сначала нейтрализуют испытуемый раствор водным раствором аммиака. Затем прибавляют 1%-й раствор дигидроортофосфата натрия. Образующаяся двойная соль  $\text{NH}_4\text{MgPO}_4$  кристаллизуется в виде игольчатых звездочек.

Катионы **кальция** можно открыть, используя 1%-й раствор серной кислоты. В результате реакции образуются игольчатые кристаллы сульфата кальция, которые хорошо видны под микроскопом.

Витамин С определяют по довольно простой методике. В фарфоровую ступку наливают 20–25 мл 4%-го раствора соляной кислоты. Скальпелем или ножом вырезают в заранее взвешенном яблоке сектор, достигающий до самого центра яблока. Вырезанный фрагмент сразу же помещают в кислоту. Массу навески определяют по разности масс целого яблока и яблока с вырезанным фрагментом. Затем фрагмент яблока тщательно растирают с раствором кислоты (для более полного выделения витамина С необходимо добавить стеклянный порошок на кончике ножа). Потом, не отфильтровав смесь, добавляют в нее несколько капель крахмального клейстера и титруют 0,005 М раствором йода (для приготовления титранта аптечный 5%-й раствор йода разбавляют водой в 40 раз) до появления устойчивой синей окраски, не исчезающей в течение 10–15 с. Содержание витамина С в 100 г мякоти рассчитывают по пропорции исходя из того, что на титрование 0,88 мг витамина уходит 1 мл раствора йода.

### Научно-исследовательская работа учащихся

Такая работа предполагает выполнение индивидуальных или групповых заданий, которые включают выбор методик исследования, подбор оборудования и непосредственное выполнение анализа. Учитель предлагает на выбор следующие темы для исследования.

- «Содержание витамина С в яблоках и продуктах их переработки» (например, яблочном пюре, повидле, варенье, соке). Полученные экспериментальные данные учащиеся сравнивают с данными табл. 1 (приложение 2).
- «Содержание витамина С в плодах и ягодах» (яблоко, смородина, шиповник и др.). Полученные экспериментальные данные учащиеся сравнивают с данными табл. 2 (приложение 2).
- «Определение количества соли в сыре различных производителей» [3].
- «Содержание соли и воды в сливочном масле различных производителей» [3].

В двух последних исследованиях учащиеся сравнивают результаты эксперимента с данными, заявленными производителем на упаковке.

Результаты исследований учащиеся сообщают в форме доклада на завершающем занятии.

Контроль знаний осуществляется после теоретического этапа в виде контрольной работы или в тестовой форме.

## Программа курса «Химический анализ пищевых продуктов»

Название раздела курса	Темы занятий
Биологические основы продуктов питания (3 ч)	1. Химические компоненты продуктов питания. 2. Роль микроэлементов для жизни. 3. Ценность пищевых продуктов
Введение в химический анализ (2 ч)	1. Введение в аналитическую химию. Взятие пробы, ее консервация и подготовка к анализу. 2. Методы качественного и количественного анализа
Контроль знаний (1 ч)	Контрольная работа или тест
Анализ продуктов растительного происхождения (3 ч)	1. Определение минерального состава растительных продуктов [3]. 2. Определение витаминов (на примере витамина С). 3. Определение сахаров (на примере глюкозы) [2]
Анализ продуктов животного происхождения (4 ч)	1. Контроль натуральности молока. 2. Анализ кисломолочных продуктов. 3. Анализ масла. 4. Анализ сыра и творога [3]
Научно-исследовательская работа учащихся (2 ч)	1. Определение содержания витамина С в яблоках и продуктах их переработки. 2. Определение содержания витамина С в плодах и ягодах (смородина, шиповник, малина). 3. Определение количества соли в сыре различных производителей. 4. Содержание соли и воды в сливочном масле различных производителей

## ПРИЛОЖЕНИЕ 2

Таблица 1

## Содержание витамина С в яблоках и продуктах их переработки [4]

Яблоки и продукты их переработки	Масса витамина С на 100 г продукта, мг
Свежее яблоко	13
Яблочное повидло	0,5
Яблочный сок	2,0
Яблочное пюре	1,6

Таблица 2

## Содержание витамина С в плодах и ягодах [4]

Плоды и ягоды	Масса витамина С на 100 г продукта, мг
Яблоко	13
Лимон	40
Апельсин	60
Смородина черная	200
Шиповник (сухой)	1200
Шиповник (свежий)	470



## ЛИТЕРАТУРА

1. Баев С.Я. Опыты с растениями. Химия и жизнь, 1973, № 7, с. 84.
2. Скобелев В. Сахар из опилок. Химия и жизнь, 1973, № 8, с. 111.
3. Кугенев П.В. Молочное дело. М.: Изд-во сельскохозяйственной литературы, журналов и плакатов, 1963.
4. Химический состав пищевых продуктов. Справочные таблицы содержания основных пищевых веществ и энергетической ценности пищевых продуктов. Под ред. А.А.Покровского. М.: Пищевая промышленность, 1976.

# Посвящение в юные химики

И. В. ЦЫГУЛЕВА,  
учитель химии  
средней школы № 2,  
пос. Веселый,  
Веселовский р-н,  
Ростовская обл.

Мероприятие сопровождается презентацией, содержащей не только задания, но и ответы на них для фронтальной проверки и обсуждения в классе. Презентация размещена на диске, прилагаемом к № 12/2011.



## ХОД МЕРОПРИЯТИЯ

**Учитель.** Добрый день! Сегодня наша встреча будет немного необычной. Заканчивается учебный год – первый год вашего обучения этой замечательной науке – химии. Пришло время подвести итоги: чему же мы с вами научились? Сегодняшнее занятие мы проведем в несколько этапов: проверим ваши знания об основных классах неорганических соединений и типах реакций, умение ориентироваться в периодической системе химических элементов, навык определения реакции среды растворов. И, наконец, присвоим вам звание «Юный химик».

Сегодня на нашем занятии присутствуют гости: директор школы, заместители директора по учебной части, по воспитательной работе, классные руководители, лучшие химики школы (учащийся 10-го класса, учащийся 11-го класса).

Итак, слово предоставляется восьмиклассникам.

**Учащиеся** (читают свои стихи о химии).

Вот опять звенит звонок,  
Начинается урок.  
Входим дружно все мы  
в класс –  
Урок химии у нас!

Нужно, нужно нам учиться,  
Нужно химию познать,  
Чтоб весною в огороде  
Удобренья применять.

Надо нам готовить, красить,  
И дела по дому делать,  
Но без химии, ты знаешь,  
Ничего не выйдет, милый!

В нашей жизни сложной  
Нельзя без химии прожить.  
Науку эту, точно,  
Нельзя не полюбить!

Без химии науки  
Печален был бы свет,  
Сидели б дома в скуке,  
Не зная всех утех.

Не зная телевизора,  
И света, и тепла,  
Что химия чудесная  
Сегодня нам дала!

В жизни химия нужна,  
Как предмет она важна.  
И учить ее прилежно  
Мы должны от А до Я.

Химия смело простирает  
руки  
В дела любой мирской науки.  
И мы не можем жить сейчас  
Без атомов, молекулярных  
масс,  
Куда ни кинешь взор –  
повсюду  
Пришла она на помощь  
люду.

Всем вам хочется сказать,  
Надо химию нам знать!  
Надо химию учить!  
Нам без химии не жить!

**Учитель.** Спасибо! А сейчас раскроем ваши знания об основных классах неорганических соединений. Я прошу подойти по одному из представителей команд и выбрать себе один из классов веществ, записанных на доске, – кислоты, соли, оксиды, основания.

### Задание 1

Дан ряд веществ:  $\text{CO}_2$ ,  $\text{NaOH}$ ,  $\text{H}_2\text{CO}_3$ ,  $\text{Cu}(\text{OH})_2$ ,  $\text{CaO}$ ,  $\text{HCl}$ ,  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ,  $\text{HNO}_3$ ,  $\text{Al}(\text{OH})_3$ ,  $\text{CuO}$ ,  $\text{H}_3\text{PO}_4$ ,  $\text{CuCl}_2$ ,  $\text{KOH}$ ,  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{SO}_2$ ,  $\text{Na}_3\text{PO}_4$ ,  $\text{SO}_3$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{KNO}_3$ ,  $\text{CaCO}_3$ . Запишите вещества выбранного вами класса (кислоты, соли, оксиды, основания). Дайте им названия.

Учащиеся выписывают на доску вещества, называют их. Учитель вместе с классом проверяет ответы.

**Учитель.** Следующее задание – проверим, насколько вы усвоили типы химических реакций. Снова я приглашаю по одному представителю от команды. Выберите «свой» тип реакции – реакции соединения, разложения, обмена, замещения.

### Задание 2

Дайте определение «своему» типу реакций, а в качестве иллюстрации – выберите из приведенного перечня все реакции «своего» типа.

- $4P + 5O_2 = 2P_2O_5$ ,
- $CaCO_3 = CaO + CO_2$ ,
- $CuO + H_2 = Cu + H_2O$ ,
- $HNO_3 + NaOH = NaNO_3 + H_2O$ ,
- $Cu(OH)_2 = CuO + H_2O$ ,
- $AgNO_3 + NaCl = AgCl + NaNO_3$ ,
- $H_2 + Cl_2 = 2HCl$ ,
- $Zn + 2HCl = ZnCl_2 + H_2$ ,
- $2H_2O = 2H_2 + O_2$ ,
- $2HCl + Cu(OH)_2 = CuCl_2 + 2H_2O$ ,
- $2Cu + O_2 = 2CuO$ ,
- $2Al + 6HCl = 2AlCl_3 + 3H_2$ .

Учащиеся дают определения реакциям соединения, разложения, замещения и обмена, показывают в перечне реакции «своего» типа. Учитель вместе с классом проверяет ответы.

**Учитель.** Следующее задание мы назовем «Ориентирование по периодической системе химических элементов». Представителям команд выданы карточки с индивидуальными заданиями.

### Задание 3

По приведенным сведениям найдите и выпишите на доску символы элементов, зашифрованные на вашей карточке, и назовите их.

#### Карточка 1

1. Порядковый номер этого элемента – 13.
2. Относительная атомная масса этого элемента равна 52.
3. Заряд ядра атома этого элемента равен +20.
4. Это элемент 4-го периода, побочной подгруппы V группы.
5. Сумма масс протонов и нейтронов в ядре атома этого элемента равна 48.

#### Карточка 2

1. Заряд ядра атома этого элемента равен +16.
2. Относительная атомная масса этого элемента равна 35,5.

3. Общее число электронов в атоме этого элемента равно 15.
4. Это элемент 2-го периода, в его атоме 7 валентных электронов.
5. Это элемент 2-го периода, V группы.

#### Карточка 3

1. В ядре атома этого элемента 21 протон.
2. Это элемент 2-го периода, V группы.
3. Это элемент 3-го периода, VI группы.
4. Сумма масс протонов и нейтронов в ядре атома этого элемента равна 24.
5. Порядковый номер этого элемента – 7.

#### Карточка 4

1. Это элемент 4-го периода, побочной подгруппы V группы.
2. Это элемент II группы, в его атоме два энергетических уровня.
3. Это элемент 2-го периода, I группы.
4. Сумма масс протонов и нейтронов в ядре атома этого элемента равна 24.

Учащиеся выписывают на доску символы определяемых элементов, зачитывают вслух их названия. Учитель вместе с классом проверяет ответы.

**Учитель.** Следующее задание – определение реакции среды.

#### Задание 4

Вам выданы некоторые растворы. С помощью индикаторной бумаги определите, сколько среди них кислот и оснований.

Учащиеся проводят эксперимент, озвучивают и объясняют результаты.

**Учитель.** При изучении любого предмета полезно иногда посмеяться. Давайте посмотрим сценку «Урок химии».

Выходят ученики в соответствующих костюмах.



**Ученик.** Апрель 20... года. Школа № 2. Нулевой урок.

**Учитель.** Все записали домашнее задание? Стираю с доски.

**Ученик.** Ой, не стирайте, я еще не срисовал эту живопись!

**Учитель.** Это не живопись, Сидоров, а структурная формула циклобутана!

**Ученик.** Да какая же это формула? Это же картина художника Малевича «Черный квадрат»!

**Учитель.** В смысле гениально?

**Ученик.** В смысле непонятно!

**Учитель.** Значит, вы усвоили этот материал на самом низком уровне, то есть на 1–2 балла.

**Ученик.** А если мне надо 5 баллов?

**Учитель.** Ну, иди к доске и напиши формулу этилового спирта.

**Ученик.** Я беру телефонную подсказку! Але, бабуля, быстро скажи формулу этилового спирта, тут 5 баллов решается!

**Бабуля.** Та я ж химии совсем не знаю. Це два года училась, унучек!!!

**Ученик** (трагически). Це два!!!

**Учитель.** Правильно, це-2.

**Ученик.** Бабуля, почти угадала, давай думай дальше!

**Бабуля.** Та шо тут думать, унучек, я уж думала, аж 5 раз!

**Ученик.** Аж пять?!?!

**Учитель.** Так, це-2, аш-5.

**Ученик.** О!

**Учитель.** Почти угадал: це-2, аш-5, о-аш. Получай «5 с минусом».

**Ученик.** А что надо на «5 с плюсом»?

**Учитель.** Чтобы получить «5 с плюсом», нужно сделать великое открытие!

**Ученик.** А мы сегодня как раз делаем великое открытие!

**Учитель.** Да? А какое?

**Ученик.** Мы назовем его «Юный химик»!

**Учитель.** Физическое состояние – отличное!

**Ученик.** В учебе не сгорит, на зачетах не утонет, на экзаменах не провалится!

**Бабуля.** Химические свойства – ни на что не реагирует, абсолютно инертен.

**Ученик.** Но на контрольной вступает в бурную реакцию...

**Учитель.** ...обмена ишаргалками.

**Бабуля.** Ну что вы, что вы?!

**Участники сценки** (поют хором).

А мы уже давно пьем только  
аш два о,

Едим одни жиры, белки  
и углеводы.

И рады мы давно, нам это все  
равно –

Ведь химию сдадим мы  
при любой погоде!

Выступление следующих участников мероприятия на мотив песни «Вернисаж».

Ах, нерадивый ученик!

Ты оглянись, проснись на миг,  
Взгляни, как мир прекрасен  
и чудесен!

А химию ты не зубри,  
В нее из жизни посмотри,  
Ведь сей предмет

Так интересен!

Ох этот мне зачет, зачет,  
Меня с ума сведет,  
сведет...

Ты не один, ведь ты  
со мною.

О, химия! О химия!

Ведь ты меня с ума свела!

Но все же, все же от тебя  
Я все же, все же без ума.

**Выступающие** (хором). Изучайте химию, любите химию, ведь это замечательная наука, открывающая нам двери в мир. Химия – это страна чудес!

**Учитель.** Вот и закончился наш необычный урок. А сейчас лучший химик класса (по итогам проверки знаний, умений и навыков) зачитает вслух «Клятву юных химиков».



### Клятва Юного химика

Клянусь тебе, о, химия,  
всегда тебя любить!

Клянусь!  
Учеником прилежным  
на уроках твоих быть!

Клянусь!  
Кислоты, основания, все  
классы изучать!

Клянусь!  
Полученные знания умело  
применять!

Клянусь!  
Клянусь тебе, о, химия,  
всегда тебя любить!

Клянусь!  
Ионы и молекулы, реакции и  
опыты в душе своей носить!

Клянусь!

Клянусь!

Клянусь!

**Учитель.** В заключение я хочу прочитать вам слова Максима Горького о химии: «Но прежде всего и внимательнее всего изучайте химию, химию! Это изумительная наука, знает! Ее зоркий, смелый взгляд проникает и в огненную массу Солнца, и во тьму земной коры, в невидимые частицы вашего сердца, в тайны строения камня и в безмолвную жизнь дерева. Она смотрит всюду и, везде открывая гармонию, упорно ищет начало жизни...»

Итак, наше мероприятие подошло к концу. Я надеюсь, что оно останется в вашей памяти приятным воспоминанием и химическим напоминанием. Всем спасибо за участие!

А теперь давайте все вместе создадим «Дерево чувств».

- Красный цвет листа – восторженно.
- Оранжевый цвет листа – весело, интересно.
- Синий цвет листа – скучно, печально.
- Черный цвет листа – никакого впечатления.

Учащиеся таким образом выражают свое отношение к мероприятию – выбирают листья определенного цвета и наклеивают их на подготовленный рисунок дерева.



ПРОБЛЕМНО-ТВОРЧЕСКИЕ ИНТЕГРИРОВАННЫЕ ЗАДАЧИ

# Путешествие с химиком по скульптурным сокровищам России

О.Д.-С.КЕНДИВАН,  
к.х.н., доцент Тывинского  
государственного университета,  
г. Кызыл,  
Республика Тыва

Известный советский скульптор С.Т.Коненков отмечал: «Во многом выразительность скульптуры зависит от соответствия идеи и материала». Каждый скульптурный материал имеет свои качества и обладает только ему присущими возможностями. Поэтому образное решение в скульптуре во многом связано с избранным материалом, который раскрывает собственные свойства, свою природную красоту. Одной из задач художника является наиболее полное выявление как пластических, так и декоративных особенностей материала. Цель интегрированных задач — помочь учителю в раскрытии свойств и состава материалов, применяемых в скульптуре. Содержание проблемно-творческих заданий расширяет представления учащихся о химической сущности процессов, лежащих в основе использования материалов при создании скульптурных произведений.

▶ Россия богата шедеврами – творениями великих скульпторов, прославивших нашу страну. Однако ими можно не только восхищаться, оценивая их художественные достоинства, но и посмотреть на них глазами химика. Путешествие по скульптурным сокровищам России мы начнем с одного из красивейших городов мира – Санкт-Петербурга.

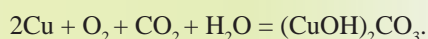
Цель использования данной группы проблемно-творческих заданий в процессе обучения:

- ознакомить с некоторыми материалами и веществами, использованными в создании скульптурных сокровищ России;
- показать роль эмпирических знаний о веществах и их свойствах как основы развития скульптуры.

► **Задача 1. Почему бронзовая статуя «Медный всадник» покрыта темным налетом?**

*Научно-популярная информация-подсказка.*

В состав бронзы входит медь. Медь – малоактивный металл. Процесс его окисления протекает медленно. На поверхности бронзовых предметов постепенно образуется темный, а затем зеленый налет. Темный налет – это оксид меди(II), который получается при окислении металла кислородом воздуха. В сухом климате он частично защищает металл от разрушения, но во влажном протекает другая реакция:



«Медный всадник»

*Задание.* Составьте уравнение окислительно-восстановительной реакции, которая является причиной образования темного налета на поверхности бронзовых статуй.

(Ответ.  $\text{Cu} + \text{O}_2 = \text{CuO}$ .)

*Творческое задание.* Составить мини-пособие «Окислительно-восстановительные реакции в искусстве». Пособие должно быть привлекательно оформлено фотографиями химических явлений, иллюстрациями веществ.

*Формируемые специальные химические умения и навыки.* Закрепить умения писать уравнения окислительно-восстановительных реакций.

*Формируемые общеучебные умения.*

- Использовать приобретенные знания и умения в практической деятельности и повседневной жизни для объяснения явлений в окружающей среде;
- устанавливать причинно-следственные связи;
- создавать самостоятельно алгоритм деятельности при решении проблем творческого характера;
- обрабатывать текстовую информацию с использованием возможностей Интернета.

*Образовательный продукт.* Мини-пособие «Окислительно-восстановительные реакции в искусстве».

➔ **Задача 2. Почему несколько лет назад из Летнего сада были убраны все подлинные статуи?**

*Научно-популярная информация-подсказка.* Несколько лет назад из Летнего сада в Санкт-Петербурге были убраны все подлинные статуи, являющиеся бесценными произведениями искусства, и заменены копиями. Это было сделано для того, чтобы избежать разрушения мраморных памятников, происходящего под действием кислотных дождей.

*Задание.* Составьте уравнение химической реакции, которая является причиной разрушения мраморных памятников под действием кислотных дождей.

(*Ответ.*  $\text{CaCO}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ .)

*Творческое задание.* Отработать имитационный опыт «Разрушение мраморных памятников под действием кислотных дождей».

*Формируемые специальные химические умения и навыки.* Закрепить умения писать уравнения образования кислых солей угольной кислоты, умение провести эксперимент.

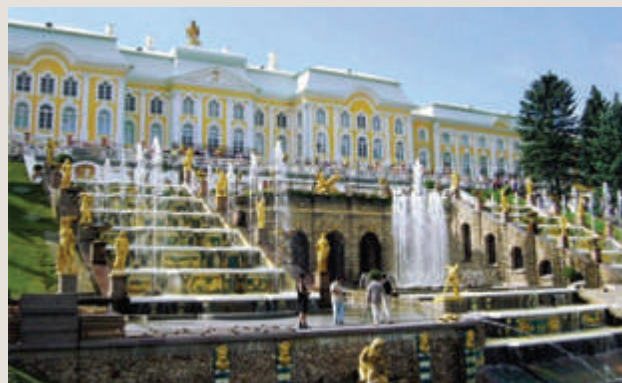
*Формируемые общеучебные умения.*

- Использовать приобретенные знания и умения в практической деятельности и повседневной жизни для объяснения явлений в объектах окружающей среды;
- устанавливать причинно-следственные связи;
- создавать самостоятельно алгоритм деятельности при решении проблем творческого характера;
- спроектировать имитационный опыт.

*Образовательный продукт.* План проведения имитационного опыта.

➔ **Задача 3. Почему статуи петергофских фонтанов деформировались и в XIX веке были заменены?**

*Научно-популярная информация-подсказка.* Загородная резиденция Романовых Петергоф начала создаваться еще при Петре I. В композицию Большого дворца и парка входит множество фонтанов и каскадов. Статуи Большого каскада первоначально были выполнены из свинца. Свинцовые статуи петергофских фонтанов прослужили до начала 30-х гг. XVIII в. К этому времени они обветшали и деформировались от собственной тяжести, и поэтому в 1799–1806 гг. были заменены скульптурами из золоченой бронзы.



Петергоф замыслился Петром I как вызов загородным резиденциям

*Задание.* Охарактеризуйте физические и химические свойства свинца.

(*Ответ.* Свинец – тяжелый металл (плотность –  $11\,340\text{ кг/м}^3$ ) синевато-белого цвета, легкоплавкий ( $327,4\text{ }^\circ\text{C}$ ), малопрочный, мягкий и очень пластичный, легко куется и прокатывается в листы.

На воздухе он тускнеет, покрываясь оксидной пленкой, а в присутствии влаги взаимодействует с кислородом воздуха по реакции:  $2\text{Pb} + \text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 2\text{Pb}(\text{OH})_2$ .

При повышенных температурах свинец взаимодействует со многими неметаллами, образуя соединения преимущественно со степенью окисления +2.)

*Творческое задание.* Провести количественное определение свинца в сточных водах методом титрования. (Методику выполнения анализа можно взять из журнала «Химия в школе», 2009, № 4, с. 63.)

*Формируемые специальные химические умения и навыки.* Научиться характеризовать физические и химические свойства металлов.

*Формируемые общеучебные умения.*

- Использовать приобретенные знания и умения в практической деятельности и повседневной жизни для объяснения явлений;
- устанавливать причинно-следственные связи;
- спланировать и провести эксперимент.

*Образовательный продукт.* Отчет о практической работе «Определение свинца в сточных водах».

➔ **Задача 4. Почему конная статуя Петра I отличается богатством цветовой окраски?**

*Научно-популярная информация-подсказка.* Памятник Петру I «Медный всадник» на Сенатской площади был открыт в 1782 г. Скульптор – Э.М.Фальконе. Конная статуя выполнена из бронзы. Поверхность бронзы обладает исключительными декоративными качествами – богатством цветовой окраски и световой игры. Это – единственный металлический материал, которому можно искусственно придать цвет античной патины. Бронза памятника Петру I работы Фальконе состоит из 65 % меди, 25 % цинка и 10 % олова. Медь, как и любой металл, обладает специфическим блеском, который обусловлен строением кристаллической решетки и металлической связью.

*Задание.* Установите, сколько меди содержится в 200 кг бронзы, если массовые доли металлов в бронзе составляли: Cu – 65 %, Sn – 10 %.

(Ответ. 130 кг.)

*Творческое задание.* Составить мини-хрестоматию для закрепления знаний «Медь и бронза в древнем искусстве скульптуры».

*Формируемые специальные химические умения и навыки.*

Научиться решать задачи на установление массы металлов по их массовым долям в сплавах.

*Формируемые общеучебные умения.*

- Использовать приобретенные знания и умения в практической деятельности и повседневной жизни для объяснения явлений в искусстве;
- применять полученную информацию для разработки интеллектуального продукта;
- выделять главное;
- создавать собственный текст.

*Образовательный продукт.* Мини-хрестоматия для закрепления знаний.

➔ **Задача 5. Почему скульптура «Терпсихора» помещена в нишу Александринского театра в Санкт-Петербурге?**

*Научно-популярная информация-подсказка.* Скульптуры «Терпсихора» и «Мельпомена» выполнены из нестойкого материала – гипса. Гипсовые статуи помещались обычно в нишах, под карнизами, в углублениях стен и в других местах, где скульптуры можно было считать более или менее защищенными от разрушения. Для приготовления формовочного гипса гипсовый камень  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  обжигают при температуре 140–170 °С. При обжиге из гипсового камня выделяется вода и он разлагается на полугидрат  $\text{CaSO}_4 \cdot 0,5\text{H}_2\text{O}$ . При затворении водой гипс снова переходит в двухводный  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ , для чего требуется 18,6 % воды от массы полуводного гипса.

*Задание.* Составьте уравнения химических реакций, соответствующих процессу приготовления формовочного гипса.

(Ответ.  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O} = \text{CaSO}_4 \cdot 0,5\text{H}_2\text{O} + 1,5\text{H}_2\text{O}$ ;  
 $\text{CaSO}_4 \cdot 0,5\text{H}_2\text{O} + 1,5\text{H}_2\text{O} = \text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ .)

*Творческое задание.* Создание модели всемирного музея «Мрамор, известняк, песчаник, гипс в скульптуре и архитектуре».

*Формируемые специальные химические умения и навыки.* Закрепить умения писать уравнения реакций.

*Формируемые общеучебные умения.*

- Устанавливать причинно-следственные связи;
- выделять главное;
- обосновывать и формулировать выводы;
- создавать собственный интеллектуальный продукт.

*Образовательный продукт.* Модель всемирного музея «Мрамор, известняк, песчаник, гипс в скульптуре и архитектуре».

➔ **Задача 6. Почему памятник Минину и Пожарскому отличается красивой цветовой гаммой и особой декоративностью?**



Памятник Минину и Пожарскому на Красной площади

*Научно-популярная информация-подсказка.* 20 февраля 1818 г. в Москве на Красной площади был торжественно открыт памятник «Гражданину Минину и князю Пожарскому» – первый монументальный памятник в городе, установленный не в честь государя. Памятник (скульптор И.П.Мартос) выполнен из бронзы. Декоративный вид искусственных патины зависит, прежде всего, от состава бронзы. Красивые и стойкие патины обычно образуются на бронзах, содержащих большое количество меди и незначительное количество олова и цинка. По составу последние близки к античным, в частности, к знаменитым коринфским бронзам, в которых количество меди превышало 90 %. Небольшое содержание свинца (до 2,5 %) в бронзах благоприятно влияет на образование патины. Примером такой статуарной бронзы, где были незначительные присадки цинка и свинца, служит памятник Минину и Пожарскому на Красной площади.

По данным русского физика-методиста В.В.Лермонтова, хорошей статуарной бронзой для образования патины является бронза следующего состава (в %): медь – 73–90, олово – 4–8, цинк 3–17, свинец – 2–3.

*Задание.* Установите, сколько молей меди содержится в 100 г бронзы, если массовые доли элементов в нем составляют (в %): медь – 90, олово – 5, цинк – 3, свинец – 2.

(Ответ. 1,4 моль.)

*Творческое задание.* Придумать и создать электронное пособие-справочник «Соединения меди на службе у человека».

*Формируемые специальные химические умения и навыки:* Научиться решать задачи на установление количества вещества по массовым долям элементов в сплаве.

*Формируемые общеучебные умения.*

- умение обрабатывать текстовую информацию с использованием возможностей компьютера;
- правильно применять терминологию;
- выделять главное;
- создавать собственный интеллектуальный продукт.

*Образовательный продукт.* Электронное пособие-справочник «Соединения меди на службе человека».

➔ **Задача 7. Почему скульптура «Царь-колокол» отличается богатством цветовой окраски?**

*Научно-популярная информация-подсказка.* У подножия колокольни Ивана Великого в Кремле на белокаменном постаменте хранится памятник русского художественного литья XVIII в. – «Царь-колокол». «Царь-колокол» (скульптор И.Моторин) выполнен из бронзы. Состав бронзы колокола (в %): медь – 84,6, олово – 13,2, сера – 1,2, другие примеси – 1. Масса колокола составляет 205,5 т.

*Задание.* Вычислите, сколько меди пошло на изготовление скульптуры «Царь-колокол».

(*Ответ.* 173,85 т.)

*Творческое задание.* Придумать слайд-экскурсию по использованию бронзы в строительстве.

*Формируемые специальные химические умения и навыки.* Научиться решать задачи на установление массы по массовым долям элементов в сплаве.

*Формируемые общеучебные умения.*

- Устанавливать причинно-следственные связи;
- создать самостоятельно алгоритм деятельности при решении проблем творческого характера;
- обрабатывать текстовую информацию с использованием возможностей компьютера.



«Царь-колокол» – уникальный памятник русского художественного литья

[http://35photo.ru/items/item\\_3509/list\\_2/](http://35photo.ru/items/item_3509/list_2/)

*Образовательный продукт.* Слайд-экскурсия «Использование бронзы в строительстве».

➔ **Задача 8. Почему скульптура «Тракторист и колхозница» отличается водостойкостью и морозостойкостью?**



Арка главного входа ВВД

[http://www.kvadroom.ru/journal/news\\_cat\\_8\\_page\\_19.html](http://www.kvadroom.ru/journal/news_cat_8_page_19.html)

*Научно-популярная информация-подсказка.* Скульптура «Тракторист и колхозница» (скульпторы Р.Н.Будилов, А.А.Стрекавин) на арке Главного входа ВВД в Москве выполнена из бетона. Важнейшим условием получения прочной и погодоустойчивой скульптуры является отсутствие в песке глинистых частиц, а также органических включений, постепенно делающих бетон пористым и влагоемким, а, следовательно, понижающих прочность бетона и ускоряющих его разрушение. Органические примеси обнаруживаются, если всыпать песок в 5%-й раствор NaOH. Если при этом цвет NaOH изменяется от светло-соломенного до коричневого, значит, в песке имеются органические примеси.

*Задание.* Составьте уравнение электролитической диссоциации NaOH.

(*Ответ.*  $\text{NaOH} \rightleftharpoons \text{Na}^+ + \text{OH}^-$ )

*Творческое задание.* Составить и провести виртуальную экскурсию по теме «История применения бетона в строительстве».

*Формируемые специальные химические умения и навыки.* Научиться составлять уравнения электролитической диссоциации веществ.

*Формируемые общеучебные умения.*

- Развивать умения по применению полученной информации для разработки интеллектуального продукта;
- обрабатывать текстовую информацию с использованием возможностей компьютера;
- создавать собственный интеллектуальный продукт.

*Образовательный продукт.* Слайд-экскурсия «История применения бетона в строительстве».

➔ **Задача 9. Почему монументальные скульптуры великих русских химиков в Москве не подвержены коррозии?**

*Научно-популярная информация-подсказка.* Монументальные скульптуры великих русских химиков – Д.И.Менделеева и Н.Д.Зелинского – выполнены из пластмасс. Для отливки скульптуры применяются литые полимеры, например метилметакрилат, поливинилхлорид.

*Задание.* Установите молекулярную формулу основного исходного компонента поливинилхлорида, если массовые доли элементов в нем составляют: С – 38,4 %, Н – 4,8 %, Cl – 56,8 %.

(Ответ.  $C_2H_3Cl$ .)

*Творческое задание.* Придумать и создать электронное пособие-справочник «Полимеры в скульптуре и архитектуре».

*Формируемые специальные химические умения и навыки.* Научиться решать задачи на установление молекулярных формул веществ по массовым долям элементов.

*Формируемые общеучебные умения.*

- Использовать приобретенные знания и умения в практической деятельности и повседневной жизни для объяснения явлений;
- выделять главное;
- применять полученную информацию для разработки интеллектуального продукта;
- создавать собственный интеллектуальный продукт.

*Образовательный продукт.* Электронное пособие-справочник «Полимеры в скульптуре и архитектуре».

➔ **Задача 10. Статуя «Родина-мать зовет» на Мамаевом кургане впечатляет своей величиной. Какие материалы позволили создать сооружение столь грандиозных размеров?**

*Научно-популярная информация-подсказка.* Грандиозная скульптура «Родина-мать зовет» (скульптор Е.Вучетич, высота – 85 метров) – памятник защитникам Сталинграда. Она выполнена из железобетона. Основные компоненты для изготовления скульптуры из бетона – это портландцемент и материалы, служащие заполнителями бетона. Портландцемент представляет собой продукт тонкого помола, получаемый в результате обжига известняка и глины, взятых в соотношении: 75–78 % известняка и 22–25 % глины. Полученный в результате обжига материал называется клинкером. Химический состав клинкера определяется по содержанию оксидов (в %): оксид кальция  $CaO$  – 62–68, оксид кремния  $SiO_2$  – 18–26, оксид алюминия  $Al_2O_3$  – 4–9, оксид железа  $Fe_2O_3$  – 0,3–6.

*Задание.* Установите молекулярную формулу основного компонента бетона, если массовые доли элементов в нем составляют (в %): Ca – 71,4, O – 28,6.

(Ответ.  $CaO$ .)

*Творческое задание.* Написать реферат для участия в выставке-конкурсе творческих реферативно-

графических работ учащихся «Бетон в искусстве скульптуры».

*Формируемые специальные химические умения и навыки.* Научиться решать задачи на установление молекулярных формул веществ по массовым долям элементов.

*Формируемые общеучебные умения.*

- Выбирать и использовать выразительные средства языка и знаковых систем (таблиц, схем);
- устанавливать причинно-следственные связи;
- создавать письменное высказывание.

*Образовательный продукт.* Реферативно-графическая работа «Бетон в искусстве скульптуры».

➔ **Задача 11. Почему скульптура «Памятник защитникам Советского Заполярья» отличается особой устойчивостью к ветровым нагрузкам?**

*Научно-популярная информация-подсказка.* Скульптура Н.Бродского «Памятник защитникам Советского Заполярья», установленная в Мурманске в 1974 г., выполнена из бетона. Для изготовления бетонной скульптуры применяются обычные пески, лучшим из которых считается речной. Отсутствие в песке глинистых частиц, а также органических включений – важнейшее условие получения прочной и погодоустойчивой скульптуры.

Содержание глинистых и пылевидных примесей в песке определяется отмучиванием песка в стеклянном цилиндрическом сосуде с водой. В результате отмучивания песок осаждается, а пыль и глина оседают поверх песка. По толщине глинистого слоя, осевшего поверх песка, определяют количество этих включений.

*Задание.* Установите молекулярную формулу песка (кремнезема), если массовые доли элементов в нем составляют: Si – 46,7 %, O – 53,3 %.

(Ответ.  $SiO_2$ .)

*Творческое задание.* Провести домашний эксперимент «Определение содержания глинистых и пылевидных примесей в песке».

*Формируемые специальные химические умения и навыки.* Научиться решать задачи на установление молекулярных формул веществ по массовым долям элементов.

*Формируемые общеучебные умения.*

- Устанавливать причинно-следственные связи;
- обрабатывать текстовую информацию с использованием возможностей компьютера;
- работать с терминологией;
- выделять главное;
- создавать собственный интеллектуальный продукт.

*Образовательный продукт.* Отчет по домашнему эксперименту «Определение содержания глинистых и пылевидных примесей в песке».

➔ **Задача 12.** Почему памятник баснописцу И.А.Крылову отличается таким богатством орнаментировки?



Памятник И.А.Крылову в Санкт-Петербурге

*Научно-популярная информация-подсказка.* Памятник И.А.Крылову выполнен из бронзы. На барельефах пьедестала изображены 36 сюжетов его басен. Бронза – один из благороднейших и уникальных статуарных материалов. По своим пластическим свойствам бронза дает возможность выполнять в ней тонкие и ажурные композиции и любые нюансы лепки и фактуры. Поэтому скульптуры из бронзы отличаются богатством сюжетов и орнаментировки. Сплав содержит (в %): медь – 87, цинк – 6,7, олово – 5,3, свинец – следы.

*Задание.* Выпишите из справочника физические свойства основного компонента бронзы – меди.

*(Ответ.* По внешнему виду медь – вещество красного цвета с характерным металлическим блеском, плотность – 8,92 г/см<sup>3</sup>. Медь – высокопластичный, очень мягкий металл (относительное удлинение – 60 %), однако намного тверже, чем щелочные металлы. Благодаря своей мягкости и пластичности медь допускает холодную обработку. Температура плавления меди – 1083,4 °С, температура кипения – 2567 °С.)

*Творческое задание.* Подготовить сообщение «Бронзовое искусство в древности».

*Формируемые специальные химические умения и навыки.* Научиться характеризовать физические и химические свойства металлов.

*Формируемые общеучебные умения.*

- Устанавливать причинно-следственные связи;
- грамотно излагать мысли;
- владеть основными видами публичных выступлений.

*Образовательный продукт.* Подготовленное сообщение «Бронзовое искусство в древности».

➔ **Задача 13.** Почему на скульптуре героя башкирского народа Салавата Юлаева появился бурый налет?

*Научно-популярная информация-подсказка.* Для памятника герою башкирского народа Салавату Юлаеву скульптура высотой 9,8 м была отлита из чугуна в 1963 г. (впервые в мировой практике художественного литья из чугуна). Памятник установлен в городе Уфе на берегу реки Белой. Скульптор – С.Д.Тавасиев.



Памятник Салавату Юлаеву в Уфе

Скульптура из чугуна может служить многие века, и единственным ее дефектом считается появление на поверхности металла со временем неприятного бурого налета ржавчины, нарушающего восприятие пластики. Процесс ржавления чугуна происходит под воздействием кислорода воздуха, при этом его интенсивность повышается с увеличением в воздухе количества влаги, углекислоты и в особенности сернистых газов, присутствующих в атмосфере городов. По стойкости против коррозии многие исследователи приравнивают чугун к легированным сталям – никелевой и хромовой. Это объясняется, в частности, наличием в чугуне углерода, который в значительной степени замедляет процесс коррозии.

*Задание.* Составьте уравнение химической реакции, соответствующей процессу ржавления чугуна.

*(Ответ.*  $4\text{Fe} + 3\text{O}_2 + 6\text{H}_2\text{O} = 4\text{Fe}(\text{OH})_3$ .)

*Творческое задание.* Составить и оформить краткий путеводитель-справочник по чугунным скульптурам с рисунками и фотографиями.

*Формируемые специальные химические умения.* Закрепить умения писать уравнения окислительно-восстановительных реакций

*Формируемые общеучебные умения.*

- Использовать приобретенные знания и умения в практической деятельности и повседневной жизни для объяснения явлений в объектах искусства;
- устанавливать причинно-следственные связи;
- обрабатывать текстовую информацию с использованием возможностей компьютера;
- правильно применять терминологию;
- выделять главное;
- создавать собственный интеллектуальный продукт.

*Образовательный продукт.* Мини-хрестоматия для расширения знаний в области химических процессов, протекающих в материалах.

**ЛИТЕРАТУРА**

*Одноралов Н.В.* Скульптура и скульптурные материалы. М.: Изобраз. искусство, 1982, 223 с.; *Муравьева Л., Рудишина Т.* Сокровища России: Энциклопедия. М.: ООО «Росмэн-Издат», 2001, 120 с.; *Вахрушев В.А.* Архитектура и искусство глазами минералога. Новосибирск: Наука, Сиб. отд-ние, 1988, 78 с.; *Немец Ф.* Ключ к определению минералов и пород. М.: Недра, 1982, 174 с.

# Обнаружение органических веществ

Ю.В.ГОЛУБКОВ,  
Г.Н.ГОЛУБКОВА

Продолжение. См. № 10, 11 / 2010, 4, 7 / 2011

Для поступающих в вузы,  
учащихся старших классов школ,  
лицеев, гимназий, студентов  
колледжей, а также для  
преподавателей химии

## ГЛАВА 3. УГЛЕВОДОРОДЫ

### § 17. Диеновые углеводороды (алкадиены)

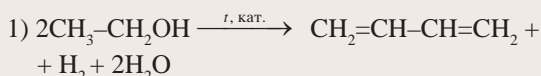
Диеновыми углеводородами (алкадиенами) называются ненасыщенные углеводороды, имеющие в своем составе две двойные связи между атомами углерода и общую формулу  $C_nH_{2n-2}$ , где  $n \geq 3$ .

Физические и физико-химические свойства некоторых алкадиенов представлены в табл. 4.

В зависимости от взаимного расположения двойных связей в молекуле различают три типа алкадиенов. В изолированных алкадиенах двойные связи разделены двумя или более одинарными связями, в сопряженных – одной, в кумулированных (кумуленах) – располагаются рядом.

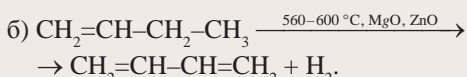
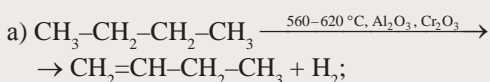
Пропадиен относится к кумулированным алкадиенам (кумуленам, алленам), а остальные приведенные в табл. 4 алкадиены – к сопряженным и изолированным.

#### Получение алкадиенов

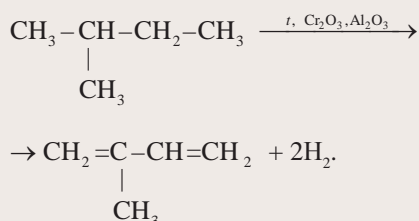


(способ С.В.Лебедева, реально процесс идет в несколько стадий).

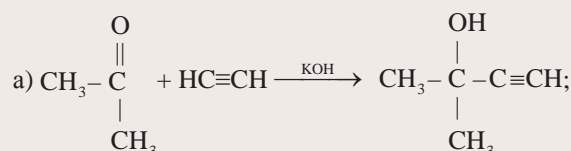
2) Двухстадийный метод дегидрирования бутана:



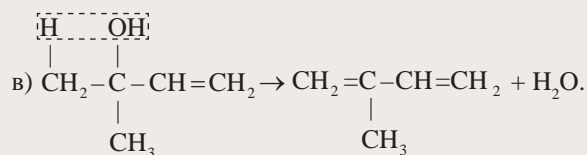
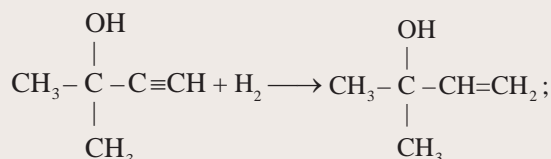
3) Дегидрирование 2-метилбутана:



4) Получение 2-метилбутадиена-1,3 (изопрена) из ацетилена и ацетона (метод А.Е.Фаворского):



б) раствор полученного спирта подвергают электролизу, причем выделяющийся на катоде водород присоединяется по месту тройной связи:

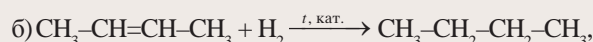
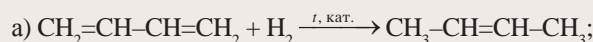


#### Химические свойства алкадиенов

Диеновым углеводородам свойственны реакции присоединения, полимеризации и окисления.

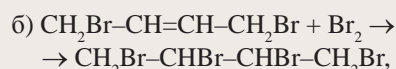
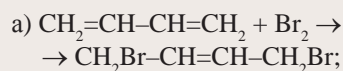
##### 1. Реакции присоединения.

1) Гидрирование алкадиенов происходит в две стадии, например:



причем конечным продуктом реакции является *n*-бутан.



2) Присоединение галогенов также происходит в две стадии, например:



причем конечным продуктом реакции является 1,2,3,4-тетрабромбутан.

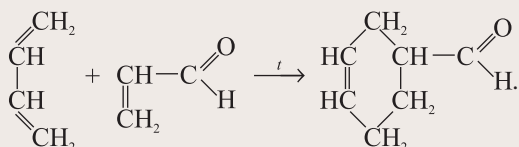
Таблица 4

## Физические и физико-химические свойства алкадиенов

Формула	Название	Плотность, при 20 °С, г/см <sup>3</sup>	Показатель преломления, $n_D^{20}$	Температура, °С	
				плавления	кипения
$\text{CH}_2=\text{C}=\text{CH}_2$	Пропадиен (аллен)	–	1,4168 (при т. кип.)	–136,1	–34,5
$\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}=\text{CH}_2$	Бутадиен-1,3 (дивинил)	0,6211	1,4295 (при –25 °С)	–108,9	–4,4
$\text{CH}_3-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}=\text{CH}_2$	Пентадиен-1,3 (пиперилен) (трансизомер)	0,6760	1,4301	–87,5	42,0
$\text{CH}_2=\text{C}(\text{CH}_3)-\text{CH}=\text{CH}_2$	2-Метилбутадиен-1,3 (изопрен)	0,6809	1,4219	–146,0	34,1
$\text{CH}_2=\text{C}(\text{CH}_3)-\text{C}(\text{CH}_3)=\text{CH}_2$	2,3-Диметилбутадиен-1,3	0,7267	1,4394	–76,0	68,8
$(\text{CH}_3)_2\text{C}=\text{CH}-\text{CH}=\text{C}(\text{CH}_3)_2$	2,5-Диметилгексадиен-2,4 (диизокротил)	–	1,4781	14,8	134,5
$\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH}_2$	Пентадиен-1,4	–	1,3888	–148,3	26,0
$\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH}_2$	Гексадиен-1,5 (диаллил)	–	1,4042	–140,7	59,5
	Циклопентадиен-1,3	0,8024	1,4429	–85,0	41,5
	Циклогексадиен-1,3	0,8405	1,4736	–98,0	80,5

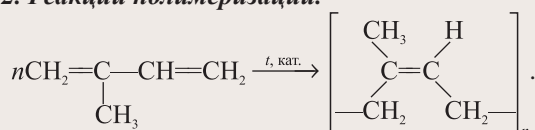
Реакция алкадиенов с бромной водой или с раствором брома в органическом растворе является качественной реакцией на алкадиены (подробнее см. § 16).

3) Присоединение непредельных альдегидов:



В рассматриваемом примере бутадиен-1,3 присоединяет 2-пропеналя (см. далее § 28), при этом образуется циклическое соединение – производное циклогексена.

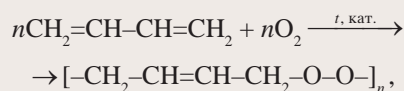
2. Реакции полимеризации.



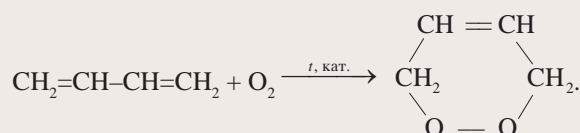
Такое пространственное строение молекул полимеров называют *стереорегулярным*.

## 3. Реакции окисления.

Весьма своеобразно в реакциях окисления кислородом ведут себя сопряженные диены. Молекулярный кислород может инициировать образование полимерных пероксидов, например:

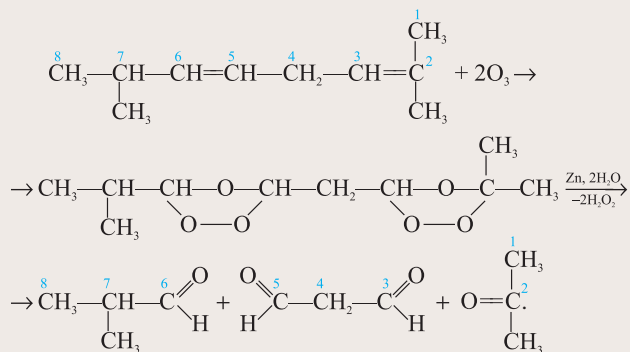


а также давать циклические пероксиды:



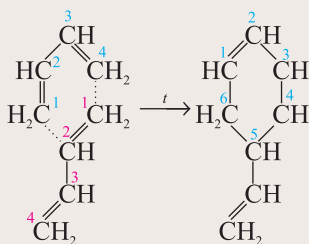
Алкадиены подвергаются окислению озоном (озонированию), приводящему к окислительному расщеплению  $\pi$ -связей и позволяющему точно установить их положение по характеру образующихся молекул. Например, при озонировании 2,7-диметилгектадиена-2,5 продуктами реакции являются 2-метилпропаналь, пропандиаль и ацетон:



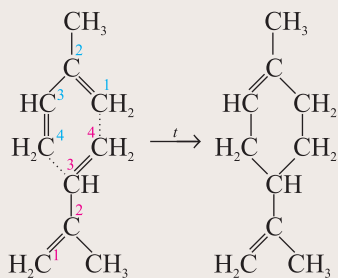


#### 4. Реакции циклоприсоединения.

Специфическим классом реакций для сопряженных диенов являются реакции циклоприсоединения. Сущность таких реакций с участием сопряженных диенов состоит в том, что их молекулы легко присоединяются к двойной или тройной связи некоторых ненасыщенных соединений либо вступают в реакцию друг с другом (диен + диен). В последнем случае одна молекула своими  $\pi$ -электронами в положении 1,4 присоединяется к себе подобной, но уже в  $\pi$ -положении 1,2. Так, бутадиен-1,3 при нагревании до 150 °С превращается в 5-винилциклогексен-1:



Изопрен (2-метилбутадиен-1,3) при этом образует лимонен – углеводород группы *терпенов*:



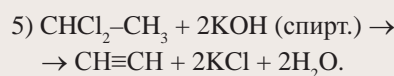
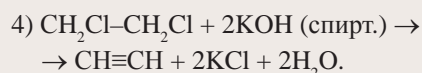
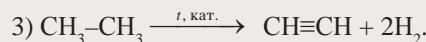
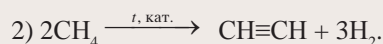
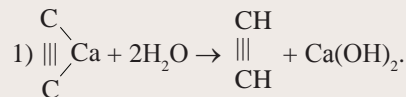
Интересно заметить, что лимонен встречается в смоле хвойных деревьев и входит в состав природного растворителя и целебного средства – скипидара. Природа выбрала эту реакцию для синтеза большой группы природных соединений, в числе которых эфирные масла – терпены, ряд витаминов, красящее вещество моркови и томатов – каротин и др.

### § 18. Алкины

Алкинами называются углеводороды, имеющие в своем составе одну тройную связь между атомами углерода и общую формулу  $\text{C}_n\text{H}_{2n-2}$ , где  $n \geq 2$ .

Физические и физико-химические свойства алкинов приведены в табл. 5 (см. с. 42).

#### Получение алкинов



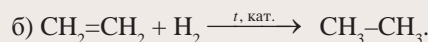
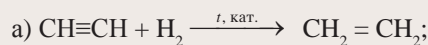
б) Кроме того, ацетилен можно выделить из продуктов пиролиза нефти.

#### Химические свойства алкинов

Для алкинов характерны реакции присоединения, окисления и полимеризации (аналогично алкенам).

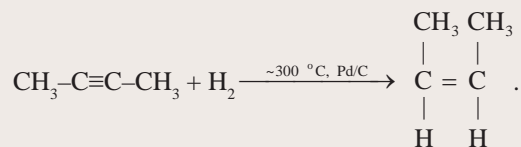
##### 1. Реакции присоединения.

1) Реакция гидрирования проходит в две стадии:

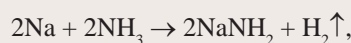


Рассмотрим подробнее реакцию гидрирования бутина-2. В зависимости от условий, продуктами гидрирования являются *цис*- или *транс*изомеры бутена-2.

в) Если катализатором является палладий на углеводе, то продуктом реакции является *цис*изомер бутена-2:



г) Если реакцию проводить в жидком аммиаке (его температура кипения равна –36 °С), содержащем растворенный натрий, то происходят следующие реакции. Растворенный в жидком аммиаке натрий вначале реагирует с растворителем (медленная реакция):

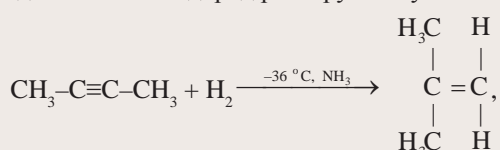


причем образуется амид натрия.

Физические и физико-химические свойства алкинов (C<sub>2</sub>–C<sub>10</sub>)

Формула	Название	Плотность, $d_4^{20}$ при 20 °С (или при $t$ ), г/см <sup>3</sup>	Температура, °С		Растворимость в воде
			плавления	кипения (при $p$ , кПа)	
HC≡CH	Этин (ацетилен)	0,6208 (–80)	–80,8	–83,8	100 мл/100 мл (25 °С)
HC≡C–CH <sub>3</sub>	Пропин (метилацетилен)	0,690 (–40), газ: 1,787 г/л (0)	–104,7	–23,23	Трудно растворим
HC≡C–CH <sub>2</sub> –CH <sub>3</sub>	Бутин-1 (этилацетилен)	0,678 (0)	–125,72	8,07	Нерастворим
HC≡C–(CH <sub>2</sub> ) <sub>2</sub> –CH <sub>3</sub>	Пентин-1	0,7221 (0) 0,6940 0,6882 (25)	–106,1	40,23	Нерастворим
HC≡C–(CH <sub>2</sub> ) <sub>3</sub> –CH <sub>3</sub>	Гексин-1	0,7336 (0) 0,7193 (15) 0,7149	–132,1	71,35	Нерастворим
HC≡C–(CH <sub>2</sub> ) <sub>4</sub> –CH <sub>3</sub>	Гептин-1	0,7369 0,738 (12,6)	–80,9	99,8 26,5 (6,67)	Нерастворим
HC≡C–(CH <sub>2</sub> ) <sub>5</sub> –CH <sub>3</sub>	Октин-1 (гексилацетилен)	0,746 0,743 (25)	–61,6	138 60,2 (6,67)	Нерастворим
HC≡C–(CH <sub>2</sub> ) <sub>6</sub> –CH <sub>3</sub>	Нонин-1 (гептилацетилен)	0,7924	–50	150,8 51 (1,07)	Нерастворим
HC≡C–(CH <sub>2</sub> ) <sub>7</sub> –CH <sub>3</sub>	Децин-1 (октилацетилен)	0,792 (15)	–44	174 82 (4,27)	Нерастворим

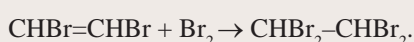
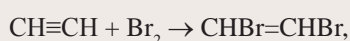
Выделившийся водород реагирует с бутином-2:



причем образуется трансизомер бутена-2.

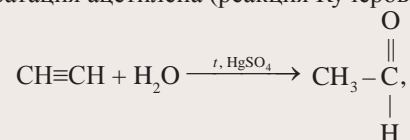
2) Алкины присоединяют галогены.

При добавлении к алкину брома (в виде бромной воды) или при пропускании газообразных алкинов через бромную воду бурая окраска брома исчезает. Как и в случае алкенов, эта реакция является *качественной* на алкины. Например, при пропускании ацетилена через бромную воду раствор обесцвечивается вследствие образования 1,1,2,2 – тетрабромэтана, причем на первой стадии образуется 1,2-дибромэтен:



(Подробнее о реакциях бромирования непредельных углеводородов как качественных реакциях см. § 16 (№ 7/2011).)

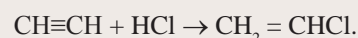
3) Гидратация ацетилена (реакция Кучерова):



при этом получается этаналь.

4) Алкины присоединяют галогеноводороды.

Важное значение имеет реакция присоединения хлороводорода к ацетилену:



В результате получается хлорвинил (винилхлорид), который легко полимеризуется и поэтому применяется в производстве поливинилхлоридных смол.

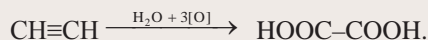
Присоединение галогеноводородов к алкинам происходит в две стадии в соответствии с правилом Марковникова:



5) Ацетилен вступает в реакцию конденсации с кетонами (об этом речь пойдет далее в § 29).

## 2. Реакции окисления.

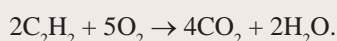
1) Ацетилен очень чувствителен к окислителям. При пропускании через раствор перманганата калия он легко окисляется:



При этом получается щавелевая кислота, а раствор  $\text{KMnO}_4$  обесцвечивается, что является *качественной* реакцией на алкины.

(Подробнее о реакциях окисления непредельных углеводородов как качественных реакциях см. § 16.)

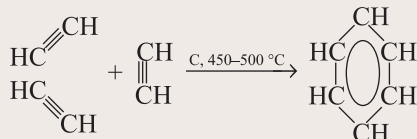
2) Горение алкинов:



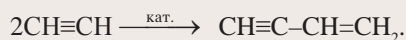
Отметим, что при сжигании ацетилена в кислороде в специально сконструированных горелках температура пламени достигает  $3150^\circ\text{C}$ , поэтому его используют при сварке и резке металлов.

## 3. Реакции полимеризации.

1) Ацетилен может полимеризоваться в бензол:



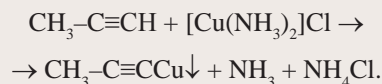
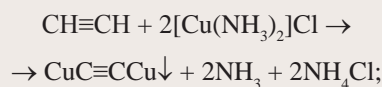
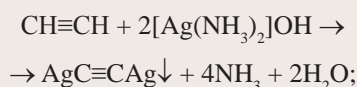
2) В присутствии подкисленной хлороводородной кислотой раствора хлоридов меди(I) и аммония ацетилен димеризуется:



## 4. Образование ацетиленидов серебра(I), меди(I), и ртути(II).

Особенностью алкинов, имеющих концевую тройную связь, является их способность отщеплять протон под действием сильных оснований, т.е. проявлять слабые кислотные свойства. Поэтому алкины способны образовывать соли, называемые ацетилендами.

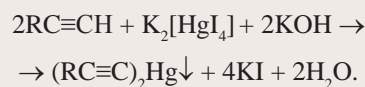
Ацетилен и ацетиленовые углеводороды с концевой тройной связью реагируют с аммиачными растворами оксида серебра(I) и хлорида меди(I), образуя нерастворимые ацетилениды, например:



Ацетиленид серебра(I) имеет бурю окраску, а ацетиленид меди(I) – красноватую.

Указанные реакции являются *качественными* на алкины.

Для *качественной* идентификации алкинов с концевой тройной связью Р.Шрайнер и Р.Фьюзон (1948) рекомендуют также реакцию с меркурийодидом калия  $\text{K}_2[\text{HgI}_4]$ , приводящую к образованию ртутных производных:



Метод был испытан на ацетилене (этинe), гексине-1, пропаргиловом спирте и бутин-3-оле-1. В качестве растворителя можно использовать метанол.

Ацетилениды серебра(I), меди(I), и ртути(II), будучи солями слабых кислот, легко разлагаются под действием хлороводородной (соляной) кислоты с выделением исходного алкина, например:



Таким образом, используя реакции образования и разложения указанных ацетиленидов, можно выделять алкины из смесей с другими углеводородами.

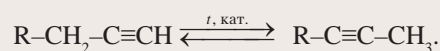
Необходимо отметить, что если реакции обесцвечивания бромной воды и раствора перманганата калия характерны и для алкенов, и для алкинов, то реакции образования ацетиленидов серебра(I), меди(I) и ртути(II) свойственны только алкинам и их производным, имеющим концевую тройную связь.

В заключение отметим, что ацетилениды серебра(I), меди(I) и ртути(II) в сухом виде взрываются от удара, однако их чувствительность понижается по мере повышения молярной массы соединения. Работать с ними нужно чрезвычайно осторожно!

Совершенно недопустимо применение больших количеств реагентов и высоких температур при перегонке!

## 5. Изомеризация алкинов.

Кроме рассмотренных выше реакций присоединения, окисления, полимеризации и образования ацетиленидов, отметим еще реакцию изомеризации алкинов, открытую А.Е.Фаворским:





## Современная система средств обучения на уроках химии



Современная система средств обучения – это комплекс взаимосвязанных и взаимодействующих традиционных и инновационных (на базе цифровых технологий) средств, организованных в автоматизированные рабочие места учителя и ученика (АРМ).

Кроме надпредметной составляющей (ПК, мультимедийный проектор, сканер, принтер, интерактивная доска и др.), АРМ учителя химии включает интерактивную систему тестирования ProClass, модульную систему экспериментов по химии на базе цифровых технологий ProLog, инструктивно-методические материалы.

### Интерактивная система тестирования ProClass

Интерактивная система тестирования (ИСТ) – эффективное средство мониторинга учебных достижений и качества знаний учащихся (рис. 1).



Рис. 1. Кейс с интерактивной системой тестирования ProClass

С помощью ИСТ можно быстро провести текущий, тематический и итоговый контроль знаний. На ПК учителя устанавливается специальная программа. Ученики получают индивидуальные пульты для выбора правильного ответа. Полученные ответы немедленно отражают степень усвоения учебного материала.

По окончании занятия ИСТ автоматически создает подробный отчет для учителя – полную таблицу результатов с именами и фамилиями всех учеников, а также ответов на все вопросы во время урока. Созданную базу данных можно использовать и в системе электронного журнала. Результаты тестов по всем предметам наполняют портфолио учебных достижений ученика. По итогам одного теста, учебной темы, учебной четверти и года, всего периода обучения можно легко проводить мониторинг качества знаний учащихся.

### Модульная система экспериментов ProLog

ИКТ-компетентность учителя-естественника повышается намного эффективнее, если формируется при работе с конкретным оборудованием для проведения учебных экспериментов на базе цифровых технологий. ProLog – это модульная система, включающая программное обеспечение, цифровые измерительные модули (электрической проводимости, температуры, pH), графический и числовой модули для визуализации информации, модули цифровой связи и др. (рис. 2).



Рис. 2. Кейс с модульной системой экспериментов ProLog

Дополняя традиционное оборудование школьного кабинета химии, модульная система ProLog во много раз повышает качество получения количественных экспериментальных данных. Рассмотрим это на примере.

Изучение кислотности химических растворов – основа изучения общей химии. На основе лабораторного опыта «Определение реакции среды универсальным индикатором» учащиеся исследуют кислотность среды каждого раствора с помощью индикаторной (лакмусовой) бумаги. Нужно сравнить полученную окраску со шкалой и на глаз (если ученик не дальтоник) определить кислотность среды.

Эта же работа проводится с помощью ProLog гораздо качественнее. Исследуемый раствор наливается в стаканчик. В него вводится модуль pH. На экране – показатель кислотности среды с точностью до двух знаков после запятой. Оптимизация учебного процесса налицо (рис. 3).

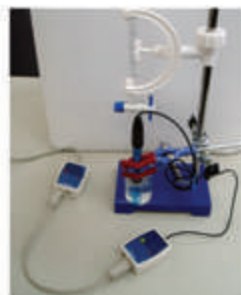


Рис. 3. Измерение кислотности раствора с помощью модуля pH

Простота в эксплуатации ProLog за короткое время помогает учителю химии преодолеть психологический барьер боязни сложного технического оборудования, а учащимся почувствовать себя в роли настоящих ученых-исследователей. Лабораторные опыты в основной и старшей школе помогают не только узнать, что такое кислотность растворов, изучить их электропроводность, экзотермические и эндотермические реакции и т.п., но и провести настоящие научные исследования по изучению феномена кислотного дождя, качества воды, которую мы пьем, воздуха, которым мы дышим, пищи, которую едим, и др. Изучение природы превращается в увлеченный поиск истины благодаря личной мотивации, осмысленности действий и практико-ориентированной деятельности школьников.

Инструктивно-методические материалы для учителя и рабочие тетради для учащихся содержат алгоритм (пошаговую инструкцию) проведения каждого эксперимента, начинающийся со слов «Включите компьютер» и заканчивающийся словами «Отключите модуль от компьютера». Кроме инструкции, каждая лабораторная работа содержит фотографию с изображением собранной модульной установки, краткий теоретический материал по теме лабораторного опыта, таблицы данных, скриншоты экранов, контрольные вопросы, дополнительные задания и другой материал, благодаря которому эксперимент может провести любой школьник, даже незнакомый до этого с ProLog.

В помощь учителю выпущены методические пособия по химии «Интерактивное оборудование и интернет-ресурсы в школе» для 8, 9, 10 и 11 классов. Каждое пособие одновременно и настольная книга учителя, и медианавигатор благодаря CD-диску, который входит в комплект (рис. 4).



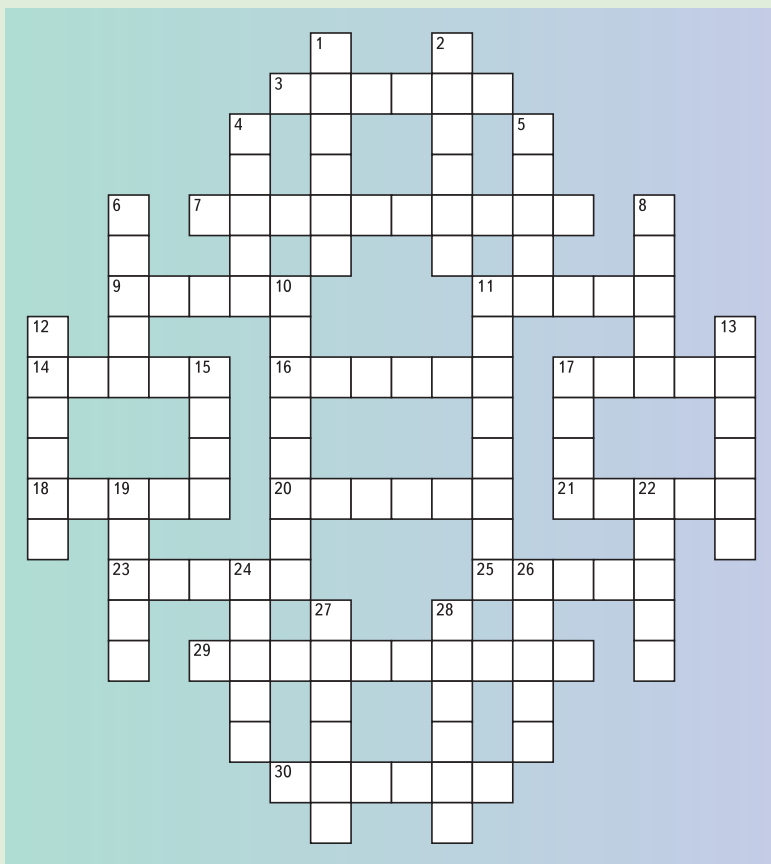
Рис. 4. Фотографии пособий по химии

Таким образом, благодаря современным средствам обучения изучение природы для ученика превращается в увлекательный поиск истины под руководством высокопрофессионального наставника.

Е. А. Балыко,  
руководитель Центра научно-методических разработок  
ЗАО «Просвещение-регион»  
107241, Москва, ул. Уральская, д. 21  
Тел.: +7 (495) 988-57-66, факс: +7 (495) 460-06-88  
E-mail: orgPRO@prosregion.ru

# Химический кроссворд

Составитель В.Г.ФЕДОРИНОВ



**ПО ГОРИЗОНТАЛИ:** 3. Немецкий химик, лауреат Нобелевской премии по химии 1913 г., живший в 1866–1919 гг. 7. Первоначальное название радиоактивного элемента, полученного в 1964 г. группой академика Г.Н.Флерова (г. Дубна); в 1997 г. ИЮПАК принял для него название «резерфордий». 9. Соединение элементов с кислородом, где степень окисления кислорода равна  $-2$ . 11. Немецкий химик, открывший фталеиновые и антрахиноновые красители, за что был удостоен Нобелевской премии 1905 г. 14. Легкая твердая мелкокремнистая горная порода серого цвета. 16. Фосфорсодержащий минерал, используется в производстве фосфорных удобрений. 17. Отрицательный полюс гальванического элемента или батареи. 18. Отравляющее вещество кожно-нарывного действия. 20. Порода, состоящая в основном из карбоната кальция. 21. Циклическое соединение с сильным цветочным запахом, содержится в некоторых эфирных маслах. 23. Органическое соединение, содержащее гидроксильную группу. 25. Немецкий химик-органик, живший в 1857–1919 гг., одновременно с Н.М.Кижнером открыл реакцию восстановления карбоксильной группы

альдегидов и кетонов в метиленовую группу. 29. Непосредственный переход вещества из газообразного состояния в кристаллическое, минуя жидкую фазу. 30. Элемент побочной подгруппы V группы 5-го периода, металл, один из главных компонентов многих жаропрочных и коррозионно-стойких сплавов.

**ПО ВЕРТИКАЛИ:** 1. Хорошо растворимое в воде основание. 2. Простейшее соединение ароматического ряда, растворитель. 4. Английский химик, занимавшийся разработкой теории кислот и оснований, живший в 1874–1936 гг. 5. Осадочная горная порода, во влажном состоянии пластична. 6. Цветной металл, основной компонент припоев. 8. Природное соединение серы, используется для получения серной кислоты. 10. Горная порода, состоящая из панцирей диатомовых водорослей. 11. Русский химик, член Петербургской АН, создавший теорию химического строения. 12. Заменитель сахара для больных диабетом. 13. Английский химик, живший в 1829–1921 гг.; работал над систематизацией химических элементов, составил таблицу, в которой элементы расположены в

порядке возрастания их атомных масс. 15. Главная составляющая часть воздуха. 17. Французский ученый, физик и химик, один из создателей учения о радиоактивности, живший в 1859–1906 гг. 19. Английский химик, живший в 1833–1915 гг., установил, совместно с Р.Бунзеном, один из законов фотохимии. 22. Жидкое горючее. 24. Металл, жидкий при комнатной температуре. 26. Пленкообразующее вещество, получаемое термической переработкой растительных масел, жиров. 27. Породообразующий минерал, оливкового и желто-зеленого цвета. 28. Серебристо-белый металл, по химическим свойствам сходный с алюминием, открыт в 1875 г. П.Э.Лекоком де Буабодраном.

## ОТВЕТЫ НА ГОЛОВОЛОМКУ «МЕТАЛЛЫ» (см. № 8/2011)

1. Вернер. 2. Железо. 3. Золото. 4. Тантал. 5. Лантан. 6. Натрий. 7. Висмут. 8. Таллий. 9. Галлий. 10. Гафний. 11. Дебнер. 12. Свинец.

Уважаемые коллеги! Напоминаем, что со II полугодия 2011 года все наши предметно-методические газеты становятся журналами: цветными, 64-страничными, в каждом номере CD-диск с материалами к урокам (для непредметных изданий с дополнительными материалами).  
**ЖУРНАЛЫ ВЫХОДЯТ В БУМАЖНОЙ И ЭЛЕКТРОННОЙ ВЕРСИЯХ.**



## **ПРОДОЛЖАЕТСЯ ПОДПИСКА НА ЭЛЕКТРОННЫЕ ВЕРСИИ ПРЕДМЕТНО-МЕТОДИЧЕСКИХ ЖУРНАЛОВ!**

### **ЭЛЕКТРОННАЯ ВЕРСИЯ**

- Полностью соответствует бумажной
- Выходит гарантированно в срок
- Легко распечатывается на принтере
- Стоит существенно дешевле
- Доставляется по Интернету



На электронные версии журналов можно подписаться

**НА САЙТЕ [www.1september.ru](http://www.1september.ru)**

**И ПОЛУЧИТЬ МЕСЯЦ ПОДПИСКИ БЕСПЛАТНО**



**699  
рублей**

– цена подписки  
для индивидуальных  
подписчиков  
и организаций  
за полгода



Виктор  
**Гриньяр**  
(1871–1935)

Французский химик,  
лауреат Нобелевской премии  
(1912)

**Б**удущий знаменитый химик происходил из простой семьи парусных дел мастера. Обучаясь в колледже, а затем в Лионском университете, проявил способности и интерес к математике, однако впоследствии увлекся химией. Несколько лет Гриньяр работал ассистентом у известного химика Ф.Барбье, в лаборатории которого царил творческая атмосфера и настоящий научный поиск. Молодой ученый после ряда опытов обнаружил, что йодистый метил легко реагирует с металлическим магнием в присутствии тщательно высушенного эфира и что получившиеся смешанные магнийорганические соединения в эфирном растворе («реактив Гриньяра») можно использовать для синтеза самых разнообразных органических соединений. Эти исследования стали предметом его докторской диссертации, а впоследствии были продолжены как самим Гриньяром, так и другими учеными. В 1912 г. французскому ученому была присуждена Нобелевская премия «за открытие так называемого реактива Гриньяра, в последние годы существенно способствовавшего развитию органической химии».

Но началась Первая мировая война, и Нобелевский лауреат, университетский профессор был призван в армию, где поначалу служил простым капралом. Только в 1919 г. он вернулся к своей прежней жизни – профессора химии в Лионском университете.

6 мая 2011 г. исполнилось 140 лет со дня рождения Виктора Гриньяра.

**ХИМИЯ**